



Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

**Escuela de
Electrónica y Telecomunicaciones**

Estudio técnico para la recomendación de parámetros de calidad de acceso a Internet sobre redes móviles en el Ecuador

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

Director :

Ing. Darwin Fabián Astudillo Salinas, PhD

Autores :

Roberto Carlos Tenesaca Quilambaqui

Jorge Patricio Torres Coronel

Cuenca - Ecuador

2015



Resumen

Este es un estudio técnico realizado sobre el acceso a Internet mediante [SMA](#). El marco teórico muestra un resumen de las tecnologías de redes móviles presentes en el país, así como de los cambios que se han dado en la regulación de las telecomunicaciones en los últimos años. Se desarrolla un estado del arte de la calidad de servicio de acceso a Internet en países referentes para Latinoamérica, Europa y Norteamérica, con el objetivo de tener un panorama de la situación actual del mercado, así como de la influencia de la regulación del estado en el su desarrollo.

Usando el estudio mencionado y la descripción de las normas y recomendaciones de la [ITU](#) y la [ETSI](#), se analiza el desempeño actual de las redes móviles en el país. Para ello, se utilizaron las mediciones que realiza la [SUPERTEL](#) usando el [SAMM](#). Este sistema permite probar tanto cobertura como servicios prestados. Después de revisar la situación actual del acceso a Internet móvil en el Ecuador y en otros países, se propone parámetros de calidad basados en recomendaciones de la [ETSI](#).

Los parámetros de calidad propuestos sirven de referencia para evaluar el desempeño del acceso a Internet de cada operador móvil. La propuesta de este tipo de control va acompañada de la necesidad de hacer pública las mediciones realizadas, dando al usuario un informe evaluativo imparcial del acceso a Internet sobre [SMA](#). Finalmente, se desarrolló un software para la generación automática de reportes de control del [SMA](#).

Palabras claves : Acceso a Internet, SMA, Calidad de Servicio, Regulación.



Abstract

This document details the research and the technical study about Internet Access through Cellular Telephone Systems. First, the theoretical background shows a summary of cellular telephone network technologies in Ecuador, as well as changes in telecommunications regulation over years. Later on, a state of art will be developed, about the quality of service of Internet access with reference to countries in Latin America, Europe and North America. Its purpose is to show a panoramic view of the current situation of the market, and the influence of government regulation in the development of the market.

With this study and the description of [ITU](#) and [ETSI](#) norms and recommendations, an analysis of current performance of cellular telephone networks in Ecuador is made. For this, measurements made by [SUPERTEL](#) with the [SAMM](#) system were used. [SAMM](#) can test coverage and access to services. Considering the diversity of cellular telephone system technology and the current situation of mobile Internet access in other countries, [QoS](#) parameters are proposed based on [ETSI](#) recommendations.

These [QoS](#) parameters evaluate the Internet access performance of all mobile network operators. With this approach, it is proposed that all measurements must be published. It provides the subscriber an impartial evaluation about Internet access through the available cellular telephone systems.

Finally, since [SUPERTEL](#) doesn't have a reporting service that helps in the analysis of measurements made by [SAMM](#), software that automatically generates these reports was developed. This software has helped to have an Internet access statistical analysis with the [QoS](#) parameters proposed.

Keywords : Internet Access, Cellular Telephone Network, Quality of

Service, Regulation



Índice general

Resumen	III
Abstract	V
Índice general	VII
Índice de figuras	XIII
Índice de tablas	XVII
Abreviaciones y acrónimos	XIX
Dedicatoria	XXXIII
Agradecimientos	XXXV
1. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcance	3
2. Marco Teórico	5
2.1. Redes de Telefonía Celular	5
2.2. Generaciones de Redes de Telefonía Celular	6
2.2.1. Primera Generación	6



2.2.2.	Segunda Generación	6
2.2.2.1.	GSM	7
2.2.2.2.	IS-95 o cdmaOne	9
2.2.2.3.	Evolución a conmutación de paquetes	9
2.2.2.4.	GPRS	9
2.2.2.5.	EDGE	12
2.2.3.	Tercera Generación	12
2.2.3.1.	UMTS	13
2.2.3.2.	CDMA 1x EV-DO	15
2.2.4.	Cuarta Generación	16
2.2.4.1.	LTE: Tecnología Pre-4G	17
2.2.4.2.	LTE-Advanced	21
2.3.	Recomendaciones Internacionales para Parámetros de Calidad para el acceso a Internet en Redes de Telefonía Celular	22
2.3.1.	Recomendaciones de la ITU	23
2.3.1.1.	ITU-T E.800	23
2.3.1.2.	ITU-T E.804	24
2.3.2.	Recomendaciones de la ETSI	27
2.3.2.1.	ETSI TS 102 250	27
2.3.2.2.	ETSI EG 202 057	29
2.4.	Redes de Telefonía Celular en el Ecuador: Evolución y Regulación	29
2.4.1.	Evolución de las Redes de Telefonía Celular en el Ecuador	29
2.4.2.	Marco Legal	33
2.4.2.1.	Ley Especial de Telecomunicaciones	34
2.4.2.2.	Reglamento para la Prestación del Servicio Móvil Avanzado	34
2.4.2.3.	Parámetros de Calidad	35
2.5.	Conclusiones	36
3.	Revisión de la calidad de servicio de acceso a Internet mediante SMA en otros países	37
3.1.	Colombia	38
3.1.1.	Marco Legal y Regulatorio	38



3.1.1.1.	Medición de Tiempo de Ping, tasas de transferencia en FTP y HTTP	39
3.1.1.2.	Medición de disponibilidad de SGSN, de fallas y caídas de contextos PDP	42
3.1.2.	Estadísticas generales	43
3.2.	España	46
3.2.1.	Descripción General	46
3.2.2.	Marco Legal y Regulatorio	48
3.2.3.	Estadísticas generales	50
3.3.	Estados Unidos	54
3.3.1.	Marco Legal y Regulatorio	55
3.3.2.	Estadísticas generales	59
3.4.	Conclusiones	63
4.	Sistema Autónomo de Control de Redes Móviles	65
4.1.	Descripción General	65
4.2.	Órdenes de trabajo y mediciones	68
4.2.1.	Tipos de acciones en modo activo	69
4.2.1.1.	Idle	69
4.2.1.2.	Voice call	69
4.2.1.3.	PS Data FTP	69
4.2.1.4.	PS Data HTTP	70
4.2.1.5.	Ping	70
4.2.2.	Trigger	71
4.3.	Base de Datos	71
4.4.	Reportes	71
4.5.	Diseño de Consultas	72
4.6.	Recopilación de Datos	73
4.7.	Conclusiones	74
5.	Análisis estadístico y propuesta técnica de parámetros de calidad	75
5.1.	Clasificación y tratamiento de la información	75
5.2.	Datos Estadísticos	77



5.2.1. Pruebas de ping exitosas	80
5.2.2. Pruebas de acceso HTTP fallidas	82
5.2.3. Pruebas de velocidad de subida y de bajada de datos mediante FTP	84
5.3. Análisis	87
5.4. Parámetros propuestos	88
5.5. Conclusiones	90
6. Automatización del reporte de control de servicio de acceso a Internet mediante SMA	93
6.1. Descripción de proceso de generación de informes de control de SMA	93
6.2. Desarrollo de consultas SQL	97
6.2.1. Tiempo de respuesta de ping	97
6.2.2. Porcentaje de fallas de acceso al servicio <i>Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)</i>	97
6.2.3. Tasa de transferencia de datos <i>HTTP</i>	98
6.2.4. Porcentaje de fallas de acceso al servicio de bajada <i>File Transfer Protocol (FTP)</i>	98
6.2.5. Porcentaje de fallas de accesos al servicio de subida <i>FTP</i>	99
6.2.6. Tasa de transferencia de bajada de datos <i>FTP</i>	99
6.2.7. Tasa de transferencia de subida de datos <i>FTP</i>	99
6.3. Generación automática de tablas, gráficos e histogramas para análisis estadístico	100
6.3.1. Descripción General	100
6.3.2. Pruebas y Resultados	101
6.4. Conclusiones	104
7. Conclusiones y Recomendaciones	105
7.1. Conclusiones	105
7.2. Recomendaciones	106
A. Recomendaciones Internacionales	109
A.1. ITU-T E.804	109



A.1.1. Porcentaje de fallas de activación de contextos <i>Packet Data Protocol (PDP)</i>	109
A.1.2. Tiempo de activación de contextos <i>PDP</i>	109
A.1.3. Porcentaje de contextos <i>PDP</i> caídos	110
A.1.4. No accesibilidad al servicio <i>FTP</i>	110
A.1.5. Tiempo de acceso al servicio <i>FTP</i>	110
A.1.6. Porcentaje de fallas de accesos a un servicio <i>Internet Protocol (IP)</i> mediante <i>FTP</i>	111
A.1.7. Tiempo de acceso al servicio <i>IP</i> mediante <i>FTP</i>	111
A.1.8. Porcentaje de fallas de accesos al servicio <i>FTP</i>	112
A.1.9. Tiempo de sesión <i>FTP</i>	112
A.1.10. Tasa de transferencia de datos <i>FTP</i>	112
A.1.11. Porcentaje de transferencias <i>FTP</i> caídas	113
A.1.12. No accesibilidad al servicio <i>HTTP</i>	113
A.1.13. Tiempo de acceso al servicio <i>HTTP</i>	114
A.1.14. Porcentaje de fallas de accesos a un servicio <i>IP</i> mediante <i>HTTP</i>	114
A.1.15. Tiempo de acceso al servicio <i>IP</i> mediante <i>HTTP</i>	114
A.1.16. Porcentaje de fallas de accesos al servicio <i>HTTP</i>	115
A.1.17. Tiempo de sesión <i>HTTP</i>	115
A.1.18. Tasa de transferencia de datos <i>HTTP</i>	115
A.1.19. Porcentaje de transferencias <i>HTTP</i> caídas	115
A.1.20. Tiempo de respuesta a Ping	116
A.2. ETSI 102 250-2 v2.3.1	116
A.2.1. Porcentaje de fallas de activación de contexto <i>Evolved Packet System (EPS)</i> predeterminado adicional	116
A.2.2. Tiempo de activación de contexto <i>EPS</i> predeterminado adicional	117
A.2.3. Porcentaje de contextos <i>EPS</i> predeterminados caídos	117
A.2.4. Porcentaje de fallas de activación de contexto <i>EPS</i> dedicado	117
A.2.5. Tiempo de activación de contexto <i>EPS</i> dedicado	118
A.2.6. Porcentaje de contextos <i>EPS</i> dedicados caídos	118
A.3. ETSI EG 202 057	118



A.3.1. Parámetros de calidad de servicio	118
A.3.2. Parámetros de calidad de servicio desde la perspectiva del usuario	120
A.3.3. Descripción de los parámetros de calidad de servicio	120
B. Manual de uso del software de generación automática de reportes de control de SMA	123
B.1. Proceso de Generación de Tablas y Gráficos Estadísticos[1]	123
B.1.0.1. Principal	124
B.1.0.2. iCalls, iSMS, iPing, iData	125
B.1.0.3. iErros, Histograma	128
B.1.0.4. Logfiles	131
B.2. Generación de informes en Word	131
Bibliografía	135



Índice de figuras

2.1. Arquitectura básica de GSM[2, Figura 10.13].	7
2.2. Arquitectura básica de GSM/GPRS	10
2.3. Activación de contexto PDP [3, Figura 8.3].	11
2.4. Arquitectura básica de UMTS Release 99	14
2.5. Arquitectura básica de LTE Release 8.	19
2.6. Sesión EPS y Portador EPS[4, Figura 1].	21
2.7. Tipos de Portadores EPS[4, Figura 2].	21
2.8. La calidad de servicio comprende criterios de red e independientes de la red[5, Figura 2].	23
2.9. Cuatro polos de la calidad de servicio[5, Figura 3].	24
2.10. Parámetro QoS para el método A y para el método B como ejemplo de acceso a HTTP mediante GPRS[6, Figura 7-2 y Figura 7-3]. . .	25
3.1. Penetración de Internet móvil por suscripción en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].	44
3.2. Porcentaje de subscriptores de acceso a Internet fijo y móvil en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].	45
3.3. Cantidad de subscriptores de acceso a Internet por tecnología en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].	45
3.4. Evolución de la cobertura nacional por velocidad	51
3.5. Cobertura nacional por tecnología en 2014	52
3.6. Cobertura nacional por velocidad en 2014	52
3.7. Distribución de municipios por rango de cobertura de UMTS con HSPA en 2014	53
3.8. Distribución de municipios por rango de cobertura de LTE en 2014	53



3.9. Operadores para servicio de acceso móvil a Internet de banda ancha en 2014	54
3.10. Cantidad de población que vive en zonas de censo con acceso a 0, 1, 2 y 3 proveedores de servicios alámbricos[8, Exposición 4-A]. . .	56
3.11. Cantidad de población que vive en zonas de censo con acceso a 0, 1, 2 y 3 proveedores de telefonía móvil 3G[8, Exposición 4-E]. . .	57
3.12. Porcentaje de cambio en la velocidad de acceso a Netflix por <i>Internet Service Provider</i> (ISP)[9].	58
3.13. Conexiones a Internet fijas y móviles por velocidad 2010-2013. El gráfico incluye conexiones residenciales y comerciales. Para diciembre de 2013 30 % fueron conexiones residenciales fijas, 3 % conexiones comerciales fijas, 54 % conexiones móviles a suscriptores no comerciales y 13 % conexiones móviles a suscriptores comerciales[10, Figura 1].	60
3.14. Porcentaje de población que vive en zonas de censo, carreteras y millas cuadradas con acceso a 0, 1, 2, 3, 4, 5 o más proveedores de Internet móvil en enero de 2014[11, Gráfico III.A.2].	61
3.15. Uso en MB de datos móviles por suscriptor en el periodo 2010 - 2013[11, Gráfico III.C.2].	62
4.1. Esquema General del SAMM[12]	66
4.2. Esquema Lógico del SAMM[12]	67
4.3. Tiempos de Pre y Post Guarda de Llamada	69
5.1. Líneas de Internet móvil activas en Ecuador a diciembre de 2014[13].	78
5.2. Internet móvil en Ecuador a enero de 2015[13].	79
5.3. Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora en la ciudad de Quito.	81
5.4. Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora en la ciudad de Quevedo.	81
5.5. Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora para la ciudad de Cuenca.	82
5.6. Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Quito.	83



5.7. Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Quevedo.	83
5.8. Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Cuenca.	84
5.9. Velocidad de subida de FTP de cada operadora para la ciudad de Quito.	84
5.10. Velocidad de subida de FTP de cada operadora para la ciudad de Cuenca.	85
5.11. Velocidad de bajada de FTP de cada operadora para la ciudad de Quito.	86
5.12. Velocidad de bajada de FTP de cada operadora para la ciudad de Cuenca.	86
6.1. Matriz de Trabajo	94
6.2. Generación de informes mensuales de control de SMA	94
6.3. Procesamiento de Datos	95
6.4. Llamadas Establecidas de la operadora CONECEL SA en el periodo de prueba Mayo 2014, en la IRS	96
6.5. Prueba de tiempo promedio de ping de la operadora CONOCEL SA realizada en la IRS en julio de 2014	102
6.6. Porcentaje de fallos de acceso HTTP de la Operado OTECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014	102
6.7. Porcentaje de fallos de acceso FTP en Uplink de la Operadora CNT EP realizada en la IRS en julio de 2014	102
6.8. Porcentaje de fallos de acceso FTP en Downlink de la Operadora CONECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014	103
6.9. Promedio de tasa de transferencia HTTP de la Operadora OTECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014	103
6.10. Promedio de tasa de transferencia FTP en Uplink de la Operadora CNT EP realizada en la IRS en julio de 2014	103
6.11. Promedio de tasa de transferencia FTP en Downlink de la Operadora CONOCEL SA realizada en la IRS en julio de 2014	104
B.1. Parametrización de consulta	124



B.2. Información recuperada desde los logfiles	125
B.3. Resumen sobre información disponible de cada operadora para la generación de los informes	126
B.4. Grilla de Parametrización para análisis de llamadas de voz	126
B.5. Grilla de Parametrización ya configurada para análisis de llamadas de voz	128
B.6. Grilla de Parametrización para análisis de errores en llamadas de voz	129
B.7. Errores en llamadas de voz de la operadora OTECEL SA en el periodo de prueba julio 2014	129
B.8. Selección del evento de error que se desea analizar en el histograma	130
B.9. Histograma obtenido del RTU SGLQ01 en el mes de junio de 2014 para el evento No network	131
B.10. Selección de las operadoras para la generación de informes	132
B.11. Mensaje Informativo y de Confirmación	133



Índice de tablas

4.1. Parámetros contractuales de calidad del SMA	72
4.2. Parámetros no contractuales de calidad del SMA	72
A.1. Parámetros QoS según el ETSI	119
A.2. Parámetros QoS desde la perspectiva del usuario	120





Abreviaciones y Acrónimos

3GPP *3rd Generation Partnership Project*. [13](#), [15–17](#), [20](#), [21](#), [39](#), [42](#), [43](#)

3GPP2 *3rd Generation Partnership Project 2*. [13](#), [16](#)

ADSL *Asymmetric Digital Subscriber Line*. [46](#), [51](#)

AMPS *Advanced Mobile Phone Service*. [6](#), [8](#), [28](#)

APN *Access Point Name*. [19](#), [20](#)

ARCOTEL *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*. [32](#), [83](#)

ATM *Asynchronous Transfer Mode*. [14](#), [15](#)

AuC *Authentication Center*. [8](#)

BSC *Base Station Controller*. [8](#), [9](#), [13](#), [15](#)

BSS *Base Station Subsystem*. [8](#)

BTS *Base Transceiver Station*. [7](#), [8](#), [12](#), [13](#), [15–17](#)

CDMA *Code Division Multiple Access*. [6](#), [8](#), [30](#)

CNMC *Comisión Nacional de los Mercados y Competencia*. [47](#)

CONATEL *Consejo Nacional de Telecomunicaciones*. [1](#), [29](#), [31–33](#), [66](#)

CRC *Comisión de Regulación de Comunicaciones*. [38–40](#)

CTIA *Cellular Telephone Industries Association*. [57](#)

DAMPS *Digital Advanced Mobile Phone Service*. [6](#)

DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol*. [10](#), [19](#)

DNS *Domain Name System*. [26](#), [86](#), [89](#)

DSL *Digital Subscriber Line*. [15](#)

E-UTRAN *Evolved UTRAN*. [17](#)

EDGE *Enhanced Data rates for GPRS Evolution*. [1](#), [4](#), [9](#), [12](#), [21](#), [31](#), [82](#), [89](#)



EIR *Equipment Identity Register*. 8

EMETEL *Empresa Estatal de Telecomunicaciones*. 29

EPC *Evolved Packet Core*. 17, 18

EPS *Evolved Packet System*. 17, 19, 20, 27, 28, 43, 116–118

ETSI *European Telecommunications Standards Institute*. 2–4, 13, 21, 26, 28, 37, 39, 41, 81, 87

EV-DO *Evolution-Data Optimized*. 13, 15, 30

FCC *Federal Communications Commission*. 54, 56, 58

FDD *Frequency-Division Duplexing*. 6–8, 16, 17

FDMA *Frequency Division Multiple Access*. 6

FTP *File Transfer Protocol*. 2, 4, 23, 25, 26, 35, 38, 40, 41, 63, 66, 68, 74, 82–85, 88, 89, 96–98, 110–113

FTTH *Fiber to the Home*. 46

GERAN *GSM EDGE Radio Access Network*. 12

GGSN *Gateway GPRS Support Node*. 9–11, 14, 43, 110

GMSC *Gateway Mobile Switching Center*. 8

GPRS *General Packet Radio Service*. 1, 4, 9–14, 21, 23, 30, 31, 89

GRE *Generic Routing Encapsulation*. 18

GSM *Global System for Mobile Communications*. 6–10, 13, 17, 18, 25, 30, 43, 45, 63, 83, 84

GTP *GPRS Tunneling Protocol*. 18

HFC *Hybrid fibre-coaxial*. 46

HLR *Home Location Register*. 8, 10, 18

HSDPA *High Speed Download Packet Access*. 14

HSPA *High Speed Packet Access*. 14, 17, 21, 31, 45, 50, 51, 82, 89

HSPA+ *High Speed Packet Access Evolution*. 1, 4, 14, 31, 83, 89

HSS *Home Subscription Server*. 18

HSUPA *High Speed Upload Packet Access*. 14

HTTP *Hyper Text Transfer Protocol*. 2, 4, 23, 25, 26, 34, 39–41, 66, 68, 74, 82–87, 89, 95, 96, 113–115

IAP *Proveedor de acceso a internet (Internet access provider)*. 28, 41, 119, 120



ICMP *Internet Control Message Protocol*. 87, 116

IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 16

IETEL *Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones*. 28, 29

IMEI *International Mobile System Equipment Identity*. 7

IMS *IP Multimedia Subsystem*. 17, 20

IMT-2000 *Internacional Mobile Telecommunications-2000*. 12, 16

IMT-Advanced *Internacional Mobile Telecommunications-Advanced*. 15, 16, 20

IP *Internet Protocol*. 10, 14–20, 25, 26, 86, 89, 111, 114

IPv4 *Internet Protocol Version 4*. 10

IPv6 *Internet Protocol Version 6*. 10

IRS *Intendencia Regional Sur*. 93, 100

ISP *Internet Service Provider*). 57, 121

ITU *International Telecommunications Union*. 2–4, 6, 9, 12, 15, 16, 21, 30, 32, 33, 37, 81

LAN *Local Area Network*. 15

LTE *Long Term Evolution*. 1, 16, 17, 19–21, 25–27, 31, 39, 43, 47, 52, 61, 83, 89

ME *Mobile Equipment*. 7, 8, 17

MIMO *Multiple Input Multiple Output*. 14, 16, 17, 20

MinTIC *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. 39, 43, 45

MME *Mobility Management Entity*. 18

MOS *Mean Opinion Score*. 128

MS *Mobile Station*. 7–12, 16, 17, 23

MSC *Mobile Switching Center*. 8, 18

NMT *Nordic Mobile Telephony*. 6

NP *Network Performance*. 22

NS *Network Switching Subsystem*. 8

NTT *Nippon Telegraph & Telephone*. 6

ODBC *Open Database Connectivity*. 79, 80

OFDM *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. 16

OFDMA *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*. 16, 17, 20



P-GW *Packet Data Network Gateway*. [18](#), [19](#)
P-TMSI *Packet Temporary Mobile Subscriber Identity*. [10](#)
PCRF *Policy and Charging Resource Function*. [18](#), [19](#)
PCU *Packet Control Unit*. [9](#), [13](#)
PDN *Packet Data Network*. [9–11](#), [14](#), [17](#), [19](#), [20](#), [116](#), [117](#)
PDP *Packet Data Protocol*. [10](#), [11](#), [14](#), [25](#), [39](#), [42](#), [43](#), [109](#), [110](#), [113](#)
PMIP *Proxy Mobile IPv6*. [18](#), [19](#)
PSTN *Red Telefónica Pública Conmutada*. [5](#), [8](#), [12](#), [15](#)

QoS *Quality of Service*. [9–11](#), [17](#), [19](#), [20](#), [22](#), [23](#), [27](#), [28](#), [58](#), [89](#)
QoSD *QoS Delivered*. [23](#)
QoSE *QoS Experienced*. [23](#)
QoSO *QoS Offered*. [23](#)
QoSR *QoS Requirement*. [22](#)

RN *Relay Node*. [21](#)
RNC *Radio Network Controller*. [13](#), [14](#)
RTU *Remote Test Unite*. [63](#), [66](#), [69](#), [79](#), [81](#), [82](#), [84](#), [86](#), [91](#), [93](#), [99](#), [125](#), [127–129](#), [131](#), [133](#)

S-GW *Serving Gateway*. [18](#), [19](#)
SAMM *Sistema Autónomo de Control de Redes Móviles*. [2–4](#), [34](#), [63](#), [66](#), [69](#), [78–81](#), [83](#), [84](#), [86](#), [89](#), [92](#), [94](#), [99](#), [124](#), [127](#), [132](#)
SC-FDMA *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access*. [16](#), [17](#), [20](#)
SDMA *Space Division Multiple Access*. [16](#)
SENATEL *Secretaria Nacional de Telecomunicaciones*. [29–33](#), [83](#)
SGSN *Serving GPRS Support Node*. [9–11](#), [39](#), [42](#), [43](#), [110](#)
SIM *Subscriber Identity Module*. [7](#), [8](#), [13](#), [91](#), [93](#), [95–98](#)
SMA *Servicio Móvil Avanzado*. [1–3](#), [29–35](#), [37](#), [63](#), [66](#), [69](#), [78–81](#), [83](#), [86](#), [89](#), [91](#), [94](#), [99](#), [100](#), [105](#), [106](#)
SMS *Short Message Service*. [5](#), [9](#), [30](#), [33](#), [81](#), [100](#), [129](#)
SNR *Signal-to-Noise Ratio*. [12](#)
SQL *Structured Query Language*. [3](#), [79](#), [94](#), [99](#), [100](#)
STMC *Servicio de Telefonía Móvil Celular*. [29](#)



- STQ** *Speech and multimedia Transmission Quality.* 27, 28
- SUPERTEL** *Superintendencia de Telecomunicaciones.* 1, 2, 4, 30–34, 63, 78, 79, 83, 84, 91, 94, 99, 100
- SUPTTEL** *Superintendencia de Telecomunicaciones.* 29
- SVA** *Servicio de Valor Agregado.* 33
- TACS** *Total Access Communication System.* 6
- TCP** *Transmission Control Protocol.* 111, 114
- TD-CDMA** *Time Division-Code Division Multiple Access.* 13
- TDD** *Time-Division Duplexing.* 16, 17
- TDMA** *Time Division Multiple Access.* 6, 7, 13, 16
- TE** *Terminal Equipment.* 17
- TIA** *Telecommunications Industry Association.* 8
- TLH** *TEMS Logfile Handler.* 69
- UE** *User Equipment.* 17–20, 42, 110, 113, 117, 118
- UMB** *Ultra Mobile Broadband.* 16
- UMTS** *Universal Mobile Telecommunications System.* 1, 4, 13, 14, 16, 17, 21, 25, 31, 43, 45, 47, 50, 51, 82, 89
- USIM** *UMTS Subscriber Identity Module.* 13
- USIM2** *Universal Subscriber Identity Module.* 17
- UTRA** *UMTS Terrestrial Radio Access.* 13
- UTRAN** *UMTS Terrestrial Radio Access Network.* 13
- VBA** *Visual Basic for Applications.* 99
- VLR** *Visitor Location Register.* 8, 18
- VoIP** *Voice over IP.* 15–17, 58
- WCDMA** *Wide Code Division Multiple Access.* 13, 84
- Wi-Fi** *Wireless Fidelity.* 46
- WiMAX** *Worldwide Interoperability for Microwave Access.* 16, 46





Yo, Roberto Carlos Tenesaca Quilambaqui, autor de la tesis "Estudio técnico para la recomendación de parámetros de calidad de acceso a Internet sobre redes móviles en el Ecuador", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 7 de abril de 2015

Roberto Carlos Tenesaca Quilambaqui
010485752-9

Roberto Tenesaca
Jorge Torres





Yo, Roberto Carlos Tenesaca Quilambaqui, autor de la tesis "Estudio técnico para la recomendación de parámetros de calidad de acceso a Internet sobre redes móviles en el Ecuador", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 7 de abril de 2015

Roberto Carlos Tenesaca Quilambaqui

010485752-9





Yo, Jorge Patricio Torres Coronel, autor de la tesis "Estudio técnico para la recomendación de parámetros de calidad de acceso a Internet sobre redes móviles en el Ecuador", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 7 de abril de 2015

Jorge Patricio Torres Coronel

190038429-6

Roberto Tenesaca
Jorge Torres





Yo, Jorge Patricio Torres Coronel, autor de la tesis "Estudio técnico para la recomendación de parámetros de calidad de acceso a Internet sobre redes móviles en el Ecuador", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 7 de abril de 2015

Jorge Patricio Torres Coronel

190038429-6

Roberto Tenesaca
Jorge Torres





Dedicatoria

Dedicado a Doña Zoilita Quilambaqui. Abuelita: quiero que cada vez q mire desde allá arriba, vea que su nieto se esfuerza todos los días por ser un hombre de bien. Dedico este proyecto a mis hermanos, Juan Bernardo y Cesar Augusto. Niños: todos los proyectos son posibles con esfuerzo y dedicación, cuentan siempre con su niño Beto.

Roberto Carlos

Dedico esta tesis a mis hermanos, que aunque nuestros caminos lleguen a ser diferentes, siempre pueden mirar a su lado y contar conmigo en todo momento. Dedico este logro a mis padres, a mis abuelitos, Nube y Fausto, Dolores y Jorge, que han creído en mí siempre y no han dejado jamás de brindarme su apoyo.

Jorge Patricio





Agradecimientos

Gracias a Dios por la vida y las oportunidades entregadas. Gracias infinitas a mis padres Roberto y Jackeline, por todo el cariño y dedicación, por luchar y dar su vida día a día por nosotros, desde niño ustedes han sido y serán siempre el motivo de todo mi esfuerzo. Gracias al Ing. Fabián Astudillo por ser un excelente director y amigo en este proyecto. Y finalmente, gracias a mi amigo Jorge, por ser un gran colega de trabajo, un ejemplo de persona para mí, y sobretodo, un hermano.

Roberto Carlos

Quiero agradecer a mis padres, Nancy y Walter, que gracias a su esfuerzo, paciencia y amor, dan todo por sus hijos, y que nos ayudan a seguir a cada uno con sus sueños. Gracias a los amigos que han estado todo este tiempo a mi lado, brindando su apoyo y siempre siendo parte de mis alegrías y mis tristezas, Edwin, Diego. También quiero agradecer al Ing. Fabián Astudillo por brindarnos su ayuda incondicional y por su tiempo invertido. Gracias a Roberto, que después de una vida de ser amigos, después de tantos errores y aciertos, volvemos a cumplir una meta juntos y que más que mi amigo, se ha convertido en mi hermano. Finalmente, gracias a Viviana, que supo y sabe tenerme paciencia en todo lo que hago, y que después de todos estos años, el amor que nos une se vuelve más fuerte con cada paso que damos.

Jorge Patricio





Capítulo 1

Introducción

1.1. Justificación

Actualmente, en la regulación del Ecuador, no existen índices de calidad establecidos por el *Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)* que exijan y controlen el acceso a Internet a través del *SMA*. Esto se puede constatar en la resolución TEL-042- 01-CONATEL-2014, en donde se aprueban doce índices de calidad a ser controlados por la *SUPERTEL*, entre los cuales no constan controles sobre el servicio de Internet móvil.

En el país existen tres empresas que operan con *SMA*: OTECEL S.A. (Movistar), CONECEL S.A. (Claro) y CNT EP. Estas empresas operan actualmente con tecnología 2G, 3G y recientemente 4G (*Long Term Evolution (LTE)*). Estas tecnologías son: *General Packet Radio Service (GPRS)*, *Enhanced Data rates for GPRS Evolution (EDGE)*, *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)* Y *High Speed Packet Access Evolution (HSPA+)*. Ecuador cerró diciembre de 2014 con casi 18 millones de abonados de telefonía móvil, de los cuales CONECEL S.A. cuenta con el 66.87 %, OTECEL SA con el 28.72 % y CNT EP con el 4.41 % [13]. La índice de penetración del Internet móvil alcanzó el 30.79 % del mercado [13]. Esta es un porcentaje significativo de usuarios, por lo que se requiere un control por parte de la *SUPERTEL*, con el fin de garantizar una calidad de servicio y el cumplimiento del contrato suscriptor-proveedor.

Esto se puede lograr estableciendo parámetros de calidad que permitan un



control sobre el servicio de internet prestado mediante [SMA](#). De este modo, la [SUPERTEL](#) puede realizar mediciones que sirvan a los prestadores del servicio a identificar problemas en su red. Este control es importante, ya que la calidad de servicio está presente en el “Reglamento para la Prestación de SMA”, (Artículo 25)

Para lograr el objetivo principal, proponer parámetros de calidad de servicio de acceso a Internet mediante [SMA](#), se realizará una revisión del estado actual y regulación de acceso a Internet en otros países, tales como Colombia, España y Estados Unidos, y los parámetros de calidad propuestos por la [ITU](#) y la [ETSI](#). Con el análisis de cada uno de estos casos y su respectivo impacto en el servicio, se tendrá una primera aproximación de cual(es) es/son el/los parámetro(s) más adecuado(s) acorde a la realidad de nuestro país.

Luego, se trabajará principalmente con el sistema de control de la [SUPERTEL](#). Este sistema, denominado [SAMM](#), realiza pruebas de acceso al servicio de Internet móvil mediante la medición de la velocidad de conexión, cobertura y otros tipos de mediciones. Entre las que actualmente se realizan, constan pruebas de tiempo de respuesta de ping, velocidad de transferencia de subida y bajada de datos mediante [FTP](#) y acceso a [HTTP](#).

Todas las mediciones que obtiene el [SAMM](#) son almacenadas en su propia base de datos. Para obtener datos relevantes, es necesario conocer la estructura de la base de datos, y basado en esta información, realizar consultas específicas. Se utilizarán las mediciones de las Intendencias Norte, Centro y Sur y se realizará un análisis comparativo entre operadoras en cada región.

Nuestra propuesta de parámetros de calidad de servicio para el acceso a Internet mediante [SMA](#), se basa en los resultados del análisis realizado, y en la revisión del estado actual del acceso a internet en otros países.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Proponer factores de calidad de acceso a Internet y datos mediante [SMA](#) para el control del servicio prestado por las operadoras móviles en el Ecuador con el



fin de garantizar un servicio de calidad.

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer un estado del arte de parámetros de calidad usados en Colombia, España, Estados Unidos y de las recomendaciones internacionales propuestas por la [ITU](#) y por la [ETSI](#).
- Obtener la información concreta y necesaria sobre el estado actual del servicio de acceso a Internet mediante [SMA](#), de la base de datos del [SAMM](#) por medio de consultas *Structured Query Language (SQL)* específicas.
- Realizar el análisis estadístico y técnico de la información obtenida por medio de las mediciones realizadas por el [SAMM](#).
- Proponer los parámetros de calidad de servicio de acceso a Internet en función de la realidad nacional.
- Desarrollar un reporte automatizado en función de los parámetros de calidad propuestos y las mediciones obtenidas en el [SAMM](#).

1.3. Alcance

El proyecto establecerá un estado del arte acerca de los parámetros utilizados en otros países, y propondrá el/los parámetro/s más adecuados acorde a la realidad de nuestro país. Los parámetros serán seleccionados en función a diferentes aspectos, descritos a continuación:

- Uso de la información recopilada por el [SAMM](#) mediante consultas a la base de datos.
- Índices de calidad utilizados en Colombia, España y Estados Unidos.
- Índices de calidad propuestos por las organizaciones [ITU](#) y [ETSI](#).

Con el fin de obtener la información del [SAMM](#) se realizarán consultas a la base de datos, recopilando los datos necesarios y clasificándolos por tipo de prueba (ping, [FTP](#), [HTTP](#)), tecnología ([GPRS](#), [EDGE](#), [UMTS](#), [HSPA+](#)) y operador (OTECEL S.A., CONECEL S.A., CNT EP). Para ello se utilizarán datos de Cuenca, Quito y Guayaquil, que fueron recopilados por el sistema [SAMM](#), y no



se diseñaran nuevas pruebas, si no que se utilizaran las actualmente programadas por la [SUPERTEL](#).

Se analizarán los parámetros de calidad utilizados en otros países y los propuestos por la [ITU](#) y la [ETSI](#), así como su su respectivo impacto en el servicio, con el fin de determinar si estos parámetros pueden proponerse en el país, o únicamente ser una referencia para establecer propios parámetros para el Ecuador.





Capítulo 2

Marco Teórico

En el presente capítulo se detalla todos los conceptos necesarios para el desarrollo de esta investigación. Se parte de los conceptos generales relacionados con la telefonía celular y las redes móviles. Luego se hace una síntesis de las generaciones de redes de móviles, detallando las tecnologías que la conforman, y de la innovación de cada generación con respecto a la anterior. Finalmente, se presenta una cronología sobre la regulación de las telecomunicaciones en el país, específicamente lo concerniente al [SMA](#), y a los operadores que brindan este servicio.

2.1. Redes de Telefonía Celular

Una red de telefonía celular es un sistema en el cual varios terminales, sean móviles o fijos, ubicados en una área geográfica extensa, se pueden comunicar entre sí o con una [Red Telefónica Pública Conmutada \(PSTN\)](#) utilizando enlaces inalámbricos.

El área de cobertura se divide en zonas pequeñas llamadas “celdas”. Cada una opera con una frecuencia diferente, optimizando el uso del espectro radioeléctrico. Se reutilizan frecuencias de celdas lejanas con el fin de incrementar la capacidad de la red y prestar un servicio de alta calidad.^[14]

La idea principal detrás de la telefonía celular es permitir el acceso continuo al servicio, inclusive si, los terminales se encuentran en movimiento. Si los terminales salen del área de cobertura de una celda e ingresan al de otra, el servicio no se



debe interrumpir, a este proceso se le conoce como *handoff*.

El concepto y uso básico de las redes de telefonía celular a evolucionado, y hoy en día este tipo de redes permiten acceso a otros servicios además de llamadas telefónicas, tales como *Short Message Service* (SMS), videoconferencia, acceso a Internet, entre otros.

2.2. Generaciones de Redes de Telefonía Celular

La ITU clasificó en generaciones la evolución de las redes de telefonía celular, donde cada generación comparte características similares clave. A continuación se realiza una descripción breve de cada una de ellas, con el fin de establecer sus ventajas y limitaciones para prestar el servicio de acceso a Internet.

2.2.1. Primera Generación

A estos sistemas se les conoce como de primera generación (1G) debido a que utilizaban canales analógicos en su implementación con *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) y *Frequency-Division Duplexing* (FDD), utilizando conmutación de circuitos para el establecimiento de las llamadas. Estos sistemas aparecieron a finales de los años 70 y ofrecen únicamente telefonía básica. Entre estos sistemas resaltan: *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS), *Nordic Mobile Telephony* (NMT), *Total Access Communication System* (TACS) y *Nippon Telegraph & Telephone* (NTT)[15].

2.2.2. Segunda Generación

Con el crecimiento de popularidad de la telefonía móvil celular y buscando el mejor uso del recurso del espectro radioeléctrico, los avances tecnológicos permiten en los años 90 el surgimiento de sistemas celulares digitales. Esto se logra mediante la transmisión digital de las conversaciones y de los canales de control en la interfaz radio, de esta manera se incrementa la capacidad de los sistemas[15].

El cambiar el esquema de transmisión analógico a digital, nos brinda varias ventajas en la comunicación y el desempeño del sistema, entre ellas están: el cifrado, la detección y corrección de errores, y el acceso múltiple al canal[2].

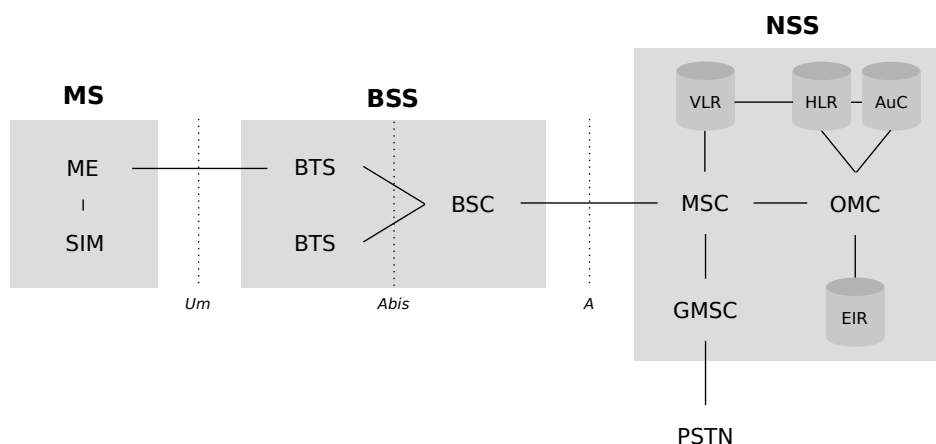


Figura 2.1: Arquitectura básica de GSM[2, Figura 10.13].

Entre los sistemas de segunda generación (2G) se encuentran: *Digital Advanced Mobile Phone Service (DAMPS)* el sucesor de *AMPS*, *cdmaOne* o *IS-95* y *Global System for Mobile Communications (GSM)*, entre otros. Las dos tecnologías que tuvieron un gran respaldo fueron *GSM* que utiliza *Time Division Multiple Access (TDMA)* e *IS-95* que usa *Code Division Multiple Access (CDMA)*. En Ecuador, *GSM* fue implementado por CONECEL S.A. (actualmente utilizado por todas las operadoras del país) y *cdmaOne* por OTECEL S.A, y serán descritas a continuación.

2.2.2.1. GSM

Es el estándar europeo desarrollado por *Groupe Spécial Mobile* y opera en las bandas 900, 1800 y 1900 *MHz*. La tecnología de acceso utilizada por *GSM* es *TDMA* en conjunto con *FDD*. El concepto celular básico es el mismo, sin embargo cada canal lógico, que utiliza una frecuencia específica, es dividido en 8 ranuras de tiempo, llamados *time slots*, donde cada uno es utilizado por un usuario para la transmisión de voz. Esto requiere que la voz sea codificada de tal manera que el tiempo de duración de un *time slot* sea suficiente para enviar la señal digitalizada de la conversación [14].

En la actualidad, gran parte de las redes de telefonía celular a nivel mundial



son **GSM**¹. La arquitectura de red utilizada por **GSM** se muestra en la Figura 2.1. Dentro de la arquitectura de **GSM** se pueden distinguir las interfaces: *Um*, *Abis*, y *A*.

La estación móvil o *Mobile Station (MS)* esta conformada por dos partes, el *Mobile Equipment (ME)* y la *Subscriber Identity Module (SIM)*, y se comunica con la *Base Transceiver Station (BTS)* a la que está conectado a través de la interfaz *Um*. El **ME** consta de atributos que describen detalles del equipo tales como: su capacidad de potencia de transmisión, un número de identificación único a nivel mundial llamado *International Mobile System Equipment Identity (IMEI)*, que ayuda a la protección de equipos robados, entre otros parámetros. La **SIM** es una tarjeta que almacena su número de identificación, claves de cifrado, entre otra información del subscritor. En otras palabras, la **SIM** es el que identifica a un subscritor, y el **ME** es el equipo mediante el cual la **SIM** se registra en la red y hace uso de sus servicios.

El *Base Station Subsystem (BSS)* está conformado por el conjunto de *Base Station Controller (BSC)*. Una **BSC** controla una o varias **BTS** y se encarga del manejo de las radio frecuencias, y finalmente, cada **MS** se conecta a una **BTS**. Adicionalmente las **BTS** manejan el *handoff* de un **MS** entre celdas dentro del mismo **BSS**. A la interfaz que conecta la **BTS** con la **BSC** se la conoce como *Abis*.

Finalmente el *Network Switching Subsystem (NS)* se encarga del manejo de la red, en este subsistema se establecen las conexiones entre la red celular interna, redes celulares externas y la **PSTN** mediante el *Gateway Mobile Switching Center (GMSC)*. También se almacenan en bases de datos información sobre los subscritores (*Home Location Register (HLR)* y *Visitor Location Register (VLR)*), sus datos de autenticación (*Authentication Center (AuC)*) e incluso información sobre los terminales móviles (*Equipment Identity Register (EIR)*), así como la facturación de los servicios.

El elemento principal de la **NS** es el *Mobile Switching Center (MSC)* y está encargado de enrutar el tráfico combinado de los usuarios incluyendo funciones de búsqueda de rutas para los datos, *handoff* entre celdas de diferentes **BSS**, administración de los recursos de radio, entre otras. El **MSC** opera con el apoyo

¹Basado en datos publicados en estadísticas del portal web 4G Americas en <http://www.4gamericas.org/en/resources/statistics/statistics-global/>.

de las diferentes bases de datos mencionadas anteriormente.

2.2.2.2. IS-95 o cdmaOne

Es un estándar estadounidense, desarrollado por Qualcomm y adoptado por la *Telecommunications Industry Association (TIA)*, basado en CDMA y FDD. Fue desarrollado para que sea compatible con las redes existentes de AMPS utilizando la misma banda de frecuencia, 800 MHz. A diferencia del soporte de 8 usuarios por canal en GSM, IS-95 permite un total de 35 usuarios por canal donde a cada uno se le asigna un código diferente, permitiendo incluso la reutilización de frecuencias en celdas adyacentes gracias a el uso de CDMA. La arquitectura de red, es similar a la utilizada en GSM con algunas variaciones[16]. Esta tecnología estuvo en funcionamiento en Ecuador mediante la red de *Bellsouth*, sin embargo ya no se opera con este tipo de redes en nuestro país.

2.2.2.3. Evolución a conmutación de paquetes

Con el requerimiento de acceder a más servicios, sobretodo orientados a multimedia, y en vista de la limitación de las redes 2G en cuanto a tasas de transferencia de datos, 9,6 kbps en GSM, se implementaron dos nuevos servicios para GSM: GPRS y EDGE.

Si bien estos servicios mejoran las tasas de transferencia de datos en la red, no cumplen con los parámetros que establece la ITU para sistemas 3G. Es por ello que comercialmente se dio a conocer a estas tecnologías como 2.5G, aunque no existe ninguna definición formal de este término. A continuación se describen los cambios y las mejoras que trajeron estas tecnologías.

2.2.2.4. GPRS

Debido a que GSM está basado en la conmutación de circuitos, para el acceso al servicio de la red se tuvo que trabajar en una interfaz aire que permita el acceso a la transmisión de datos, liberando los *time slot* utilizados cuando la transferencia está en espera de respuesta y cuando la transferencia termina[3]. Además se actualizó el núcleo de la red, para que permita que los subscriptores puedan acceder a servicios de datos dentro y fuera de la red, por ejemplo Internet,

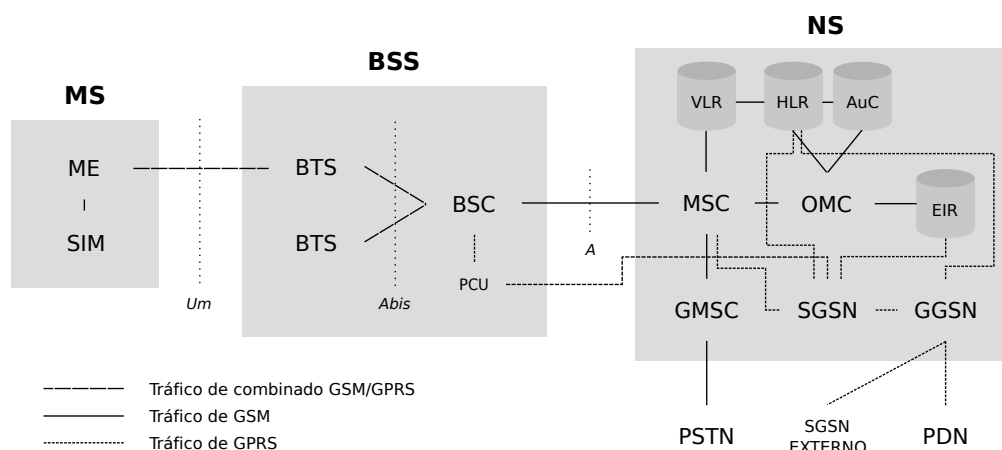


Figura 2.2: Arquitectura básica de GSM/GPRS

logrando velocidades de transferencia de 40 a 50 *kbps*. A estas redes de paquetes (externas) se las llama *Packet Data Network* (PDN).

En la red de acceso se implementa un equipo llamado *Packet Control Unit* (PCU), el cual se encarga de procesar los paquetes que se transmiten desde la red al MS o viceversa mediante la interfaz *Gb* y el uso de los canales reservados para GPRS[15]. Generalmente se ubica un PCU en cada BSC como se observa en la Figura 2.2. Los canales asignados a un MS pueden ser varios, de esta manera se incrementa la tasa de transferencia de datos y esta implementación permite que el servicio de GPRS pueda ser utilizado simultáneamente con servicios basados en conmutación de circuitos, como llamadas y SMS[3].

Para que pueda existir transferencia de paquetes entre la red con PDN externas se necesitan dos nodos en el núcleo de la red. Estos nodos son: *Serving GPRS Support Node* (SGSN) y *Gateway GPRS Support Node* (GGSN).

El SGSN se encarga del enrutamiento de paquetes, el registro de un subscritor al servicio GPRS y su autenticación dentro del área donde presta el servicio. Además, almacena los perfiles de usuario que establecen el tipo de QoS y otros parámetros propios de cada subscritor, así como la facturación del servicio.

El GGSN actúa como la interfaz entre la red de paquetes interna con las PDN externas, esto es necesario ya que tiene que mapearse el protocolo interno de GPRS al de la red externa. En el caso de acceso a Internet se debe mapear a

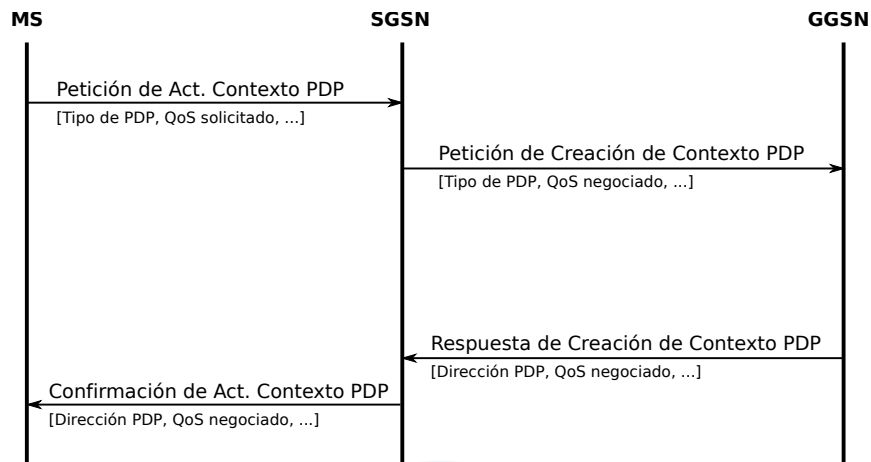


Figura 2.3: Activación de contexto PDP [3, Figura 8.3].

un contexto **PDP** para **IP**, de tal manera que el direccionamiento interno usado en la red **GSM** sea cambiado a una dirección **IP** y viceversa. En otras palabras, la **GGSN** enruta los paquetes de datos de acuerdo al destinatario. Hacia la red externa, convierte los paquetes **GPRS** en contextos **PDP** y hacia la red interna, redirecciona el tráfico al respectivo **SGSN** donde el suscriptor se encuentra registrado. Para ello, en el **HLR** cuando un suscriptor se conecta a un servicio **GPRS**, se almacena el identificador del **SGSN** donde está conectado, le asigna un *Packet Temporary Mobile Subscriber Identity* (**P-TMSI**) al **MS** y guarda la dirección **PDP** asignada.

Para cada sesión se crea un contexto **PDP**, que contiene las características de la misma, por ejemplo: el tipo de **PDP**, la dirección **PDP**, el **QoS** para la conexión y la dirección del **GGSN** que está sirviendo de puerta de enlace a la **PDN** externa. Para el acceso a una red **IP**, por ejemplo el tipo de **PDP** es **IP** (**IPv4** o **IPv6**), y la dirección **PDP** es una dirección **IP** asignada dinámicamente mediante un servidor **DHCP**. Una vez que un **MS** establece un contexto **PDP** puede enviar y recibir paquetes de la **PDN** externa[3].

La Figura 2.3 muestra el procedimiento de activación de un contexto **PDP** iniciado por el **MS**. Primero se envía del **MS** hacia el **SGSN** una petición de contexto **PDP** con el **QoS** solicitado, si la petición es correcta y el suscriptor puede acceder al servicio, el **SGSN** envía al **GGSN** una petición de creación de

contexto **PDP** con el **QoS** negociado. El **GGSN** crea un nuevo registro en su tabla de contextos **PDP** y lo confirma mediante una respuesta al **SGSN** enviándole la dirección **PDP** asignada dinámicamente. Finalmente, el **SGSN** actualiza su propia tabla de contextos **PDP** y envía una confirmación de activación al **MS**. De esta manera, el **MS** accede al servicio de **GPRS** y puede comunicarse con las **PDN** externas.

En lo que respecta a la facturación del servicio se utiliza un nuevo enfoque. En conmutación de circuitos se cobra por la duración de la conexión, sin embargo en la conmutación de paquetes se establece el cobro por la cantidad de datos que se transmitieron y el **QoS** prestado. Por ejemplo, si un usuario accede a una página web no tendrá que pagar por todo el tiempo que tardó en descargar el contenido, ya que en todo el periodo hay porciones donde no hay transmisión de datos (tiempo de respuesta del servidor) sino únicamente por la cantidad de información en kB transferida.

2.2.2.5. EDGE

Esta tecnología fue desarrollada para que en un *time slot*, el espectro radioeléctrico sea usado con mayor eficiencia y de esta manera incrementar la tasa de transferencia. Esto se logra con cambios en la interfaz aire, tanto en modulación como en la codificación, incrementando hasta casi 64 *kbps* la velocidad de transmisión en cada canal de tráfico[3].

La idea básica es que cuando un **MS** se encuentra cerca de una **BTS** la señal recibida es alta y permite el uso de esquemas de modulación y codificación con una mayor eficiencia espectral. Y cuando la potencia recibida disminuye se vuelve a utilizar un esquema de modulación un *Signal-to-Noise Ratio* (**SNR**) bajo. A esta nueva red de acceso se le conoce con el nombre de *GSM EDGE Radio Access Network* (**GERAN**).

2.2.3. Tercera Generación

A pesar de los avances que se lograron en 2G y 2.5G (**GPRS** y **EDGE**), estos no fueron suficientes para el acceso a contenido multimedia y otros servicios que requieren alta velocidad de transferencia de datos. Por lo que, la **ITU** me-

diante la iniciativa *Internacional Mobile Telecommunications-2000* (IMT-2000) define la visión de la organización frente a las cualidades de un sistema de tercera generación (3G)[2]:

- Calidad de voz comparable a redes PSTN.
- Transferencia de datos a 144 *kbps* para usuarios con alta movilidad en áreas grandes.
- Transferencia de datos a 384 *kbps* para usuarios de nula o baja movilidad en áreas pequeñas.
- Soporte para 2048 *Mbps* para uso en oficinas.
- Tasas de transmisión simétricas y asimétricas.
- Soporte para servicios basados en conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.
- Una interfaz adaptable para el manejo de la conexión asimétrica propia de Internet.
- Flexibilidad para la implementación de nuevos servicios y tecnologías.

También se consideró, la posibilidad de varias interfaces de radio dentro de IMT-2000, con la intención de que la transición de 1G y 2G sea lo más natural posible, teniendo en cuenta además diferentes tecnologías que ayuden a cumplir la visión de una red 3G[2].

De esta iniciativa, los foros *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) y *3rd Generation Partnership Project 2* (3GPP2) se encargaron de desarrollar dos especificaciones para sistemas 3G, llamando “Release” a cada estándar publicado. 3GPP está conformado principalmente por organizaciones de Europa y promovió el sistema UMTS que fue inicialmente propuesto por el ETSI, mientras que 3GPP2 conformado por organizaciones norteamericanas y asiáticas desarrolló el sistema CDMA2000 1x *Evolution-Data Optimized* (EV-DO). Estos sistemas son incompatibles entre sí y son descritos a continuación.

2.2.3.1. UMTS

Esta especificación tiene dos acercamientos para el uso de interfaces de radio. Estas interfaces son llamadas *UMTS Terrestrial Radio Access* (UTRA). La

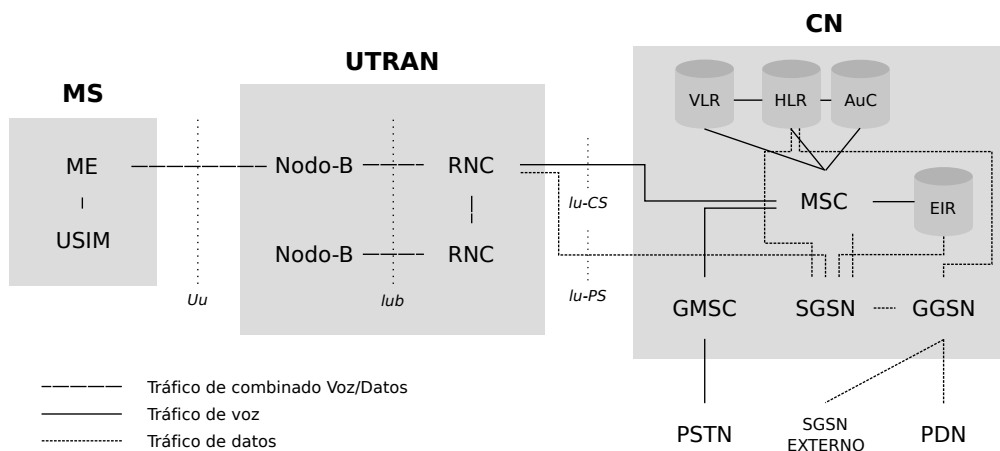


Figura 2.4: Arquitectura básica de UMTS Release 99

primera está basada en *Wide Code Division Multiple Access* (WCDMA) y la segunda en *Time Division-Code Division Multiple Access* (TD-CDMA). WCDMA ofrece un mayor ancho de banda pero no es directamente compatible con sistemas TDMA como GSM, por ello se utiliza TD-CDMA que es una combinación de WCDMA y TDMA, permitiendo que redes GSM puedan ser actualizadas a UMTS[2].

UMTS tiene varias revisiones o mejoras en varios *Releases*, donde cada una presenta cambios significativos con la versión anterior. A continuación se revisa el “Release 99” y el “Release 7” debido a que son las dos tecnologías implementadas en Ecuador.

En la primera definición de UMTS, conocida como “Release 99”, la arquitectura básica tiene elementos comunes con las redes GSM y GPRS[15]. Esto se dio, ya que en un inicio UMTS debía ser la evolución de GSM, haciendo posible la coexistencia de ambas tecnologías. Esta versión se enfocó sobre la interfaz radio. La arquitectura de red (Figura 2.4) se diferencia con GSM/GPRS en términos o nombres empleados para los elementos de red, como es el caso de la SIM que toma el nombre de *UMTS Subscriber Identity Module* (USIM).

La red de acceso llamada *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) es la encargada de transportar el tráfico desde los usuarios hacia el núcleo de la red. Los elementos de la UTRAN son el Nodo-B y el *Radio Network Controller*

(RNC).

El Nodo-B es equivalente a la **BTS** y el **RNC** es equivalente al **BSC** y al **PCU** en **GSM**. Un cambio importante es la implementación de una interfaz que comunica directamente a los **RNC**, llamada *lur*, que permite el “soft handoff” entre estaciones base de distintos **RNC**. Otra implementación importante es el uso de *Asynchronous Transfer Mode* (**ATM**) como tecnología de transporte en la red de acceso, ésta provee un mayor ancho de banda a la red, sin embargo requiere de elementos extra que se adapten a las nuevas interfaces. Para el acceso a **PDN** externas se mantiene el **GGSN** y el uso de contextos **PDP** de **GPRS** en las redes **UMTS**.

Desde el “Release 4” hasta el “Release 6” se continúa con el desarrollo de la arquitectura de red para llegar a una red **IP**, así como la incursión de servicios multimedia y mejoras en la interfaz radio para el acceso a los usuarios. Se implementa *High Speed Download Packet Access* (**HSDPA**) y *High Speed Upload Packet Access* (**HSUPA**), las dos conocidas bajo el nombre de *High Speed Packet Access* (**HSPA**). Éstas permiten mayores tasas de transferencia de subida (5,76 *Mbps*) y de bajada (14 *Mbps*).

En el “Release 7” se incluyen mejoras para **HSPA**, llamado **HSPA Evolution** o **HSPA+**, así como la inclusión de *Multiple Input Multiple Output* (**MIMO**) para la descarga de datos. Éstas proveen al usuario tasas de transferencia de hasta 28 *Mbps* de bajada y hasta 11,5 *Mbps* de subida. Las siguientes actualizaciones, además de especificar nuevos estándares para **UMTS** y **HSPA**, incluyen nuevas tecnologías para la evolución de **UMTS** y forman parte de la cuarta generación de redes de telefonía celular.

2.2.3.2. CDMA 1x EV-DO

Es evolución a la tecnología CDMA2000. Fue desarrollado para prestar un acceso de banda ancha a Internet. La red se diseñó para el uso exclusivo de datos mediante **IP** y mediante *Voice over IP* (**VoIP**). **EV-DO** puede alcanzar velocidades de hasta 2,4 *Mbps*.

EV-DO hace uso a lo largo de toda la red del esquema **IP**. En la red de transporte, que conecta la **BTS** con la **BSC**, se puede utilizar Frame Relay, **ATM**,

Digital Subscriber Line (DSL) o incluso enlaces inalámbricos. Estas conexiones se pueden manejar mediante enrutadores, y de esta manera simplificar la conexión con Internet[2].

Se han producido varias revisiones de la tecnología, sin embargo, la gran adopción de los estándares propuestos por el 3GPP ha hecho que esta tecnología frene su desarrollo.

2.2.4. Cuarta Generación

La ITU estableció los requerimientos para las redes de cuarta generación (4G), conocidos como *Internacional Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced)*, para establecer un camino que lleve a la convergencia de las redes de telecomunicaciones y que se preste para mejores servicios para los usuarios.

Dentro de los requerimientos se especifican varios aspectos algunos de los cuales son nombrados a continuación.

- Red basada completamente en conmutación de paquetes IP. Permitiendo la conexión con PSTN, *Local Area Network (LAN)*, otras redes de telefonía celular basadas en IP e incluso redes de telefonía celular 3G y conexión con otras redes inalámbricas.
- Soporte para terminales estacionarios (0 km/h) hasta terminales con alta velocidad (350 km/h), con velocidades de bajada de 1 Gbps y 100 Mbps respectivamente. Estas velocidades vienen dadas por los parámetros de eficiencia espectral pico y el ancho de banda.
- Ancho de banda escalable hasta 40 MHz, sin embargo se pueden proponer anchos de banda de hasta 100 MHz.
- Se define una eficiencia espectral por usuario al borde de una celda, que en conjunto con el ancho de banda, establece una velocidad máxima de transferencia cuando un usuario se encuentra al borde de la cobertura de una celda. Por ejemplo, para 40 MHz la velocidad de bajada máxima es de 600 Mbps para un terminal estacionario[17].
- Latencia para un cambio de estado inactivo a activo menor a 100 ms y la latencia de estación base a equipo de usuario menor a 10 ms.

- El acceso al canal puede ser seleccionado mientras sea compatible y pueda coexistir con sistemas [IMT-2000](#). Los esquemas mencionados son *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA), *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) y *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM)-TDMA además de esquemas de modulación y métodos dúplex como *Time-Division Duplexing* (TDD) y [FDD](#).
- La interfaz de radio especifica el uso de sistemas de múltiples antenas como MIMO o *Space Division Multiple Access* (SDMA), tanto en la [BTS](#) como en el [MS](#). Los requerimientos mínimos son: dos antenas de transmisión y dos antenas de recepción en la [BTS](#), una antena de transmisión y dos antenas de recepción en el [MS](#).
- Soporte para [VoIP](#).
- Equipo de usuario con capacidad para ser utilizado mundialmente, así como la capacidad de *roaming*.

A partir de estos requerimientos se desarrollaron varias tecnologías. El foro 3GPP presentó [LTE](#), el foro 3GPP2 propuso *Ultra Mobile Broadband* (UMB) y el IEEE propuso el estándar 802.16m conocido como *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX). Entre todas estas tecnologías se favoritismo a [LTE](#).

Las especificaciones de [LTE](#) no cumplen con los requerimientos del [IMT-Advanced](#) para ser definido como un sistema 4G, sin embargo a nivel mundial comercialmente se la conoce de esta manera. En este documento se tomará en cuenta las especificaciones de la [ITU](#) y por ello se llamará a [LTE](#) como una tecnología Pre-4G. A continuación se hace una revisión breve de las tecnologías de evolución de [UMTS](#).

2.2.4.1. LTE: Tecnología Pre-4G

Propuesto por el foro 3GPP bajo el *Release 8*, persigue la meta de una red basada completamente en [IP](#) y en el concepto de “always-on” o “siempre conectado”, y permite el rápido acceso a todos los servicios de la red, incluso a una [PDN](#) externa. Su desarrollo inició tomando como referencia el estado de los estándares del 3GPP, específicamente en torno al “Release 6” que incluyó [HSPA](#).

Tiene una velocidad de transferencia de bajada de 100 *Mbps* y de subida de 50 *Mbps*, mediante el uso de un ancho de banda de hasta 20 *MHz*. En concreto son establecidos anchos de banda de 1,4/3, 5, 10, 15 y 20 *MHz*. La latencia se fijó a menos de 300 *ms* para el acceso.[18]

Para el acceso radio se define el uso de **OFDMA** en el enlace de bajada y **SC-FDMA** para el enlace de subida, así como el uso de **MIMO** con soporte de hasta 4 antenas, tanto en la **BTS** como en el **MS** conocido con la nomenclatura de 4x4 (4 antenas en la **BTS** por 4 antenas en el **MS**). Todas estas implementaciones se hicieron buscando la coexistencia con otras tecnologías de **3GPP**, sean basadas en **IP** o no. Por ello se plantea el uso de varias bandas de frecuencias para desplegar **LTE**. La asignación de estas bandas se hace dependiendo de si se utiliza **FDD** o **TDD**.

Al buscar una arquitectura **IP**, los elementos de la red han sido actualizados de tal manera que permitan alcanzar las metas establecidas para **LTE** y que la compatibilidad, al ser una característica de vital importancia, permita que redes **GSM** y **UMTS** puedan operar simultáneamente con **LTE**. En la Figura 2.5 se muestra la arquitectura básica de **LTE** que consta de 4 capas: el equipo de usuario o *User Equipment* (**UE**), la red de acceso *Evolved UTRAN* (**E-UTRAN**), la red de núcleo o también conocida como *Evolved Packet Core* (**EPC**) y el dominio de los servicios que incluye a redes externas **PDN**, como Internet, y servicios del operador como *IP Multimedia Subsystem* (**IMS**) (encargado de dar soporte para **VoIP**). Al sistema completo también se le llama **EPS**[18].

En este documento se tratarán las funciones de los elementos y los cambios en ciertos términos manejados tanto en **GSM** y **UMTS**. Dentro del **UE**, llamado antes **MS**, se encuentran el *Universal Subscriber Identity Module* y el terminal electrónico *Terminal Equipment* (**TE**), conocido en **GSM/UMTS** como **ME**.

En la **E-UTRAN**, que es la red de acceso, se ha simplificado la arquitectura y simplemente está conformada por las estaciones base llamadas eNodeB. Éstas se encuentran interconectadas para permitir el *handoff* directo entre eNodeB y forman una red que se encarga de dar cobertura en un área específica. Son capaces de: asignar recursos radio a los **UE** (en función del **QoS**), monitorear los recursos y manejar de *handoff* con otros eNodeB que pertenezcan a otra área de cobertura.

El elemento que realiza control dentro del **EPC** es el *Mobility Management*

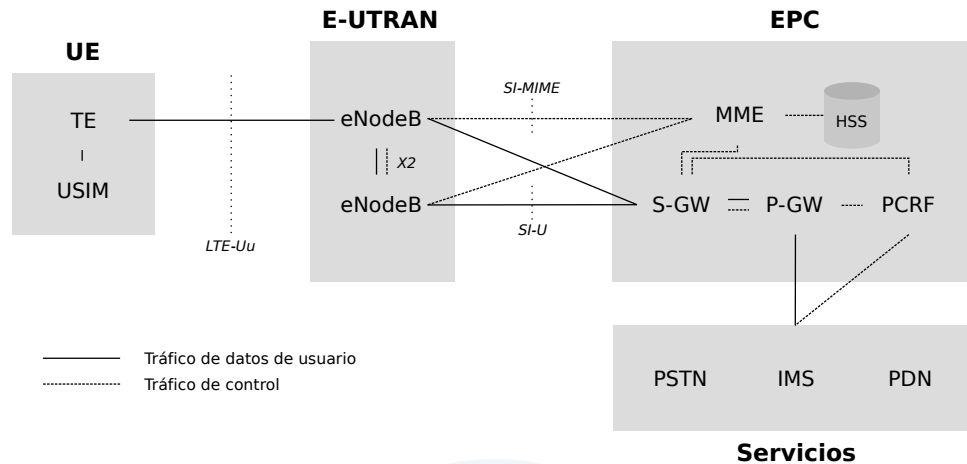


Figura 2.5: Arquitectura básica de LTE Release 8.

Entity (MME), éste no accede a ningún tipo de tráfico de datos del usuario. Su función es similar a la del MSC en GSM y se encarga de realizar el *handoff* entre MME o entre eNodeB. Además, maneja la autenticación y el cifrado de datos de los UE con el apoyo del *Home Subscription Server* (HSS).

El HSS es similar al HLR/VLR en GSM, y almacena a que MME se encuentra conectado el UE, servicios que pueden ser accedidos por el usuario, y claves de autenticación y encriptación.

Al ser el MME el elemento encargado de manejar el tráfico de control, el *Serving Gateway* (S-GW) maneja el tráfico de datos del usuario y se encarga del enrutado y del control del mismo mediante túneles virtuales[18]. Esto se puede realizar de dos maneras:

- *GPRS Tunneling Protocol* (GTP): el S-GW manejará túneles GTP en sus interfaces y cada portador tendrá su propio túnel. El mapeo a IP se realiza en el *Packet Data Network Gateway* (P-GW) y el elemento *Policy and Charging Resource Function* (PCRF) no necesita estar conectado al S-GW.
- *Proxy Mobile IPv6* (PMIP): cada UE tendrá un túnel *Generic Routing Encapsulation* (GRE). El S-GW hará el mapeo a IP y el PCRF enviará la información necesaria para el mapeo.

Debido a la movilidad entre eNodeB, el MME se encarga de requerir al S-GW que redireccione el túnel al nuevo eNodeB, y de igual manera, para cuando

se transfiere desde un **S-GW** hacia otro. En caso de que un **UE** esté en modo de reposo, los recursos del túnel en el eNodeB son liberados. El **S-GW** también monitorea los datos en los túneles y recopila información para las cuentas de los usuarios que puede utilizarse en la facturación.

Para permitir el acceso hacia redes externas se necesita una puerta de enlace, en **LTE** es el **P-GW**. Los **UE** son asignados con una dirección **IP** que es asignada mediante un **DHCP** propio del **P-GW** o externo. La dirección **IP** (IPv4 o IPv6) puede ser externa para permitir la comunicación directa con hosts externos, por ejemplo de Internet, o interna en la que el **P-GW** se encarga de enrutar el tráfico según sea necesario. Al ser una puerta de enlace, también se encarga de funciones como el filtrado de datos dependiendo del servicio al que está accediendo un usuario.

Finalmente, el **PCRF** se encarga de manejar los servicios en base a políticas de **QoS**, además de proveer información al **P-GW** para el filtrado de información, y al **S-GW** para el mapeo a **IP**, en caso de usar el protocolo **PMIP**.

En **LTE** cuando un **UE** se conecta a la red se le asigna una dirección **IP** y se establece un portador o túnel **EPS** predeterminado que permanece activo hasta que el **UE** se desconecte. Por ello, las redes **LTE** pueden responder de manera rápida a una petición del usuario, debido a que no se necesita establecer una conexión antes, y al ser una red de conmutación de paquetes mejora el tiempo de acceso a **PDN** externas.

En caso de que un **UE** requiera conectarse con una **PDN** externa, se debe establecer una sesión **EPS** y esta conexión está representada por la dirección **IP** del **UE** y el *Access Point Name* (**APN**) (identificador de la **PDN**), tal como se observa en la Figura 2.6. Una vez establecida la sesión **EPS** puede haber intercambio de información entre la **PDN** y el **UE**. Sin embargo, se requiere de mínimo un túnel entre el **UE** y el **P-GW** para que la transferencia de información pueda ocurrir, a este túnel se le llama Portador **EPS**[4]. Existen dos tipos de portadores **EPS** (Figura 2.7):

Portador EPS Predeterminado: permite el acceso del usuario a los servicios básicos de la red **LTE** incluyendo el servicio de telefonía móvil. Siempre está activo y listo para recibir cualquier transferencia de información. Este

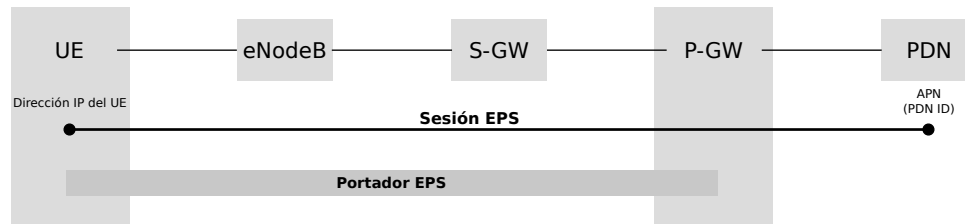


Figura 2.6: Sesión EPS y Portador EPS[4, Figura 1].

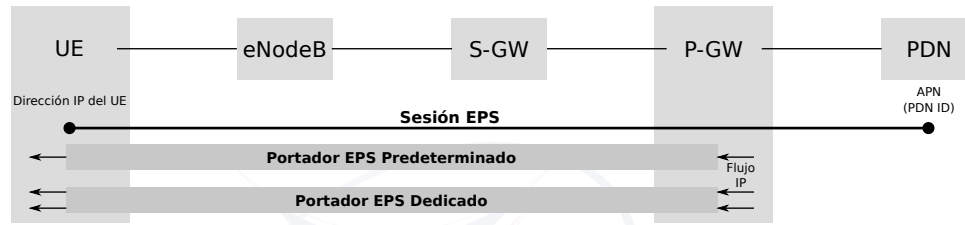


Figura 2.7: Tipos de Portadores EPS[4, Figura 2].

portador se establece en la conexión del UE a la red y se asigna un APN por defecto, el cuál puede ser un PDN de acceso a Internet o uno de acceso a servicios como IMS. Si este portador se desconecta, el UE no puede acceder a ningún servicio de la red.

Portador EPS Dedicado: permite el acceso a servicios de la red que no pueden ser utilizados únicamente con un portador EPS predeterminado. Estos proveen de más de un flujo IP para la transmisión de información y pueden ser establecidos varios para cumplir con el QoS requerido. Una vez que ya no son necesarios para el cumplimiento del QoS o se termina la transmisión de datos, éstos pueden ser eliminados.

2.2.4.2. LTE-Advanced

Debido a las exigencias de la iniciativa IMT-Advanced, el foro 3GPP desarrolló un estándar que cumpla con los requerimientos para 4G. LTE-Advanced, conocido como el “Release 10”, presenta una mejora substancial en tasas de transferencia y en la latencia del sistema. Puntualmente, se puede llegar hasta 1 Gbps en transferencia de bajada y hasta 500 Mbps de subida, además, la latencia de inactivo a activo es menor a 50 ms y de estación base a usuario menor a 5 ms[19].

El estándar es compatible con [LTE](#) y utiliza anchos de banda de hasta 100 *MHz* mediante agregación de portadoras, esto presenta una ventaja para operadores que no dispongan de espectro continuo para el acceso de sus usuarios, y a la vez permite mayores velocidades de transferencia. Para el acceso, se continua utilizando [OFDMA](#) y [SC-FDMA](#), y en [MIMO](#) se establece el soporte de 8x8 para la bajada y 4x4 para la subida de datos. Otro aspecto importante es la inclusión de los *Relay Node (RN)*. Éstas son estaciones base de baja potencia que generalmente se ubican al borde del área de cobertura de un eNodeB.[\[20\]](#)

Actualmente se encuentran en planificación más mejoras a las redes LTE-Advanced, y aunque todavía se las esté desplegando, se puede esperar varios cambios. Hoy en día las redes [LTE](#) están en auge, y gracias a la compatibilidad con LTE-Advanced, permitirá a las operadoras migrar su tecnología sin perder su inversión ni afectar al servicio de sus usuarios.

2.3. Recomendaciones Internacionales para Parámetros de Calidad para el acceso a Internet en Redes de Telefonía Celular

Las tecnologías dominantes del mercado son las que fueron estandarizadas por el foro [3GPP](#). En estos estándares no se ha establecido cómo medir la calidad de servicio, ni los indicadores mínimos, que garantizan esta calidad. En este punto se han pronunciado dos organizaciones, la [ITU](#) y el [ETSI](#), publicando recomendaciones respecto al tema.

Pero se generan preguntas en torno a estos documentos tales como: ¿se deben manejar recomendaciones explícitas para el acceso a Internet mediante redes de telefonía móvil? o, no se deben manejar distinciones y, ¿se debe analizar el acceso a Internet mediante cualquier tipo de red? ¿cuál de los dos acercamientos al problema se debería manejar? Tomando en cuenta que, existen diferentes tecnologías coexistiendo y a las cuales el usuario puede estar conectado en diferentes instantes de tiempo durante su conexión a Internet ([GPRS](#), [EDGE](#), [UMTS](#), [HSPA](#), [LTE](#)).

Ninguna de las recomendaciones da una decisión definitiva respecto al tema, sin embargo, establecen ciertas planteamientos al momento de buscar una res-

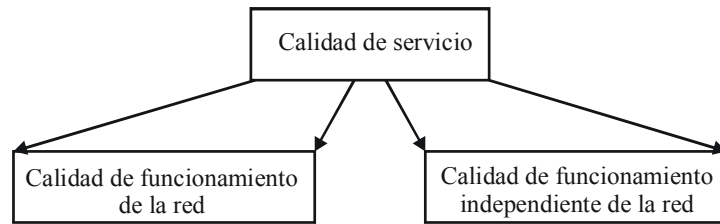


Figura 2.8: La calidad de servicio comprende criterios de red e independientes de la red[5, Figura 2].

puesta. Los documentos más importantes serán analizados a continuación y su presentación está ordenada de acuerdo a la fecha de publicación de éstos.

2.3.1. Recomendaciones de la ITU

2.3.1.1. ITU-T E.800

Esta recomendación [5] intitulada “Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio” es parte de la serie E de recomendaciones que llevan el título “Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos”. En esta recomendación se expone una lista de términos y las definiciones que son utilizadas en el tema de calidad de servicio, que pueden aplicarse a todos los servicios de telecomunicaciones sin importar la topología de red usada.

En un servicio de telecomunicaciones existe el QoS de extremo a extremo, como se define en la recomendación, éste está conformado por el aporte de cada componente de la red a la calidad de servicio. En la Figura 2.8 se ilustra la relación entre el QoS y el rendimiento de la red o *Network Performance* (NP). El QoS depende tanto del NP como la calidad de funcionamiento independiente de la red. Siendo parte del NP aspectos técnicos como: latencia, velocidad de transferencia, etc., y los independientes de la red, aspectos no técnicos como: el tiempo de resolución de quejas, tiempo de reparación, etc.

La recomendación [5] define de manera formal al QoS como “La totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio”. Y además, especifica el QoS en base a cuatro aspectos, que abarcan al

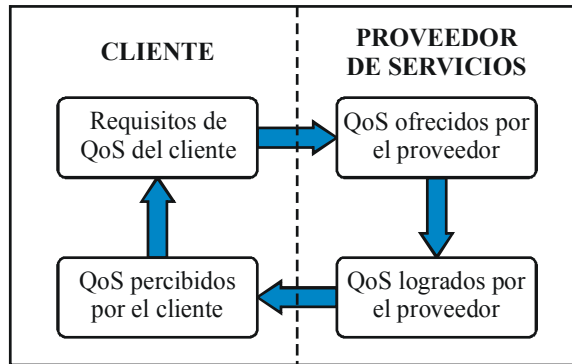


Figura 2.9: Cuatro polos de la calidad de servicio[5, Figura 3].

cliente y al proveedor de servicios (Figura 2.9). Estos se definen a continuación [5]:

QoS Requirement (QoSR) del usuario/cliente: “Declaración de los requisitos de QoS de un cliente/usuario, o de uno o varios segmentos de la clientela/los usuarios con requisitos o necesidades de calidad de funcionamiento exclusivos”.

QoS Offered (QoSO) por el proveedor de servicio: “Declaración del nivel de calidad planificada y, por ende, ofrecida al cliente por el proveedor de servicios”.

QoS Delivered (QoSD) por el proveedor de servicio: “Declaración del nivel de QoS lograda o proporcionada al cliente”.

QoS Experienced (QoSE) del usuario/cliente: “Declaración del nivel de calidad que los clientes/usuarios consideran haber experimentado”.

Aunque se manejan otras definiciones, no son relevantes para el alcance de este documento.

2.3.1.2. ITU-T E.804

Intitulada “QoS aspects for popular services in mobile networks”, establece un conjunto de parámetros de QoS desde la perspectiva de un usuario final en una red móvil y usa como referencia la recomendación ITU-T E.800[5]. Propone

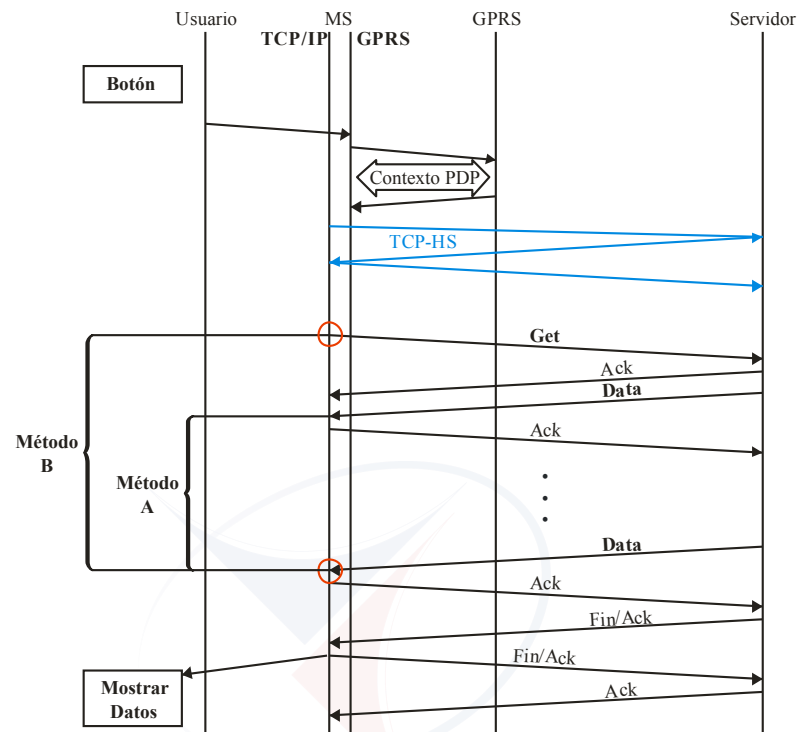


Figura 2.10: Parámetro QoS para el método A y para el método B como ejemplo de acceso a HTTP mediante GPRS[6, Figura 7-2 y Figura 7-3].

dos métodos para manejar la medición de los parámetros en peticiones [HTTP](#), [FTP](#) y correo electrónico[6].

En la Figura 2.10 se ilustra con un ejemplo el método A y el B de un acceso [HTTP](#) a través de [GPRS](#). Si se quiere medir la tasa media de transferencia:

- **Método A:** toma como punto de partida el momento en el que se recibe el primer bloque de datos, luego de recibir el acuse de recibo de la petición [HTTP](#).
- **Método B:** toma como punto de partida el momento en el que el [MS](#) envía la petición [HTTP](#) GET.

Debido a esto, el tiempo de transferencia medido es diferente, y afectará a la medición obtenida del parámetro. Por ello, es necesario que cuando se va a utilizar un parámetro se especifique cómo y desde que punto se va a realizar la medición.

En los parámetros definidos en esta recomendación, se establece cómo realizar las mediciones usando el método A o el método B donde sea aplicable. A estos puntos de inicio y de fin de un evento, se les llama puntos de activación (*trigger point*) y se encuentran establecidos para cada parámetro, siendo todos estos puntos tomados desde la perspectiva del usuario.

Si bien esta recomendación incluye parámetros para varios servicios prestados, solo serán analizados los referentes al acceso a Internet. Aunque este documento incluye referencias de [LTE](#), no existen parámetros específicos para esta tecnología, ya que solo se especifican para [GSM](#) y [UMTS](#). Los parámetros son los siguientes:

- Porcentaje de fallas de activación de contextos [PDP](#) (anexo [A.1.1](#)).
- Tiempo de activación de contextos [PDP](#) (anexo [A.1.2](#)).
- Porcentaje de contextos [PDP](#) caídos (anexo [A.1.3](#)).
- No accesibilidad al servicio [FTP](#) (anexo [A.1.4](#)).
- Tiempo de acceso al servicio [FTP](#) (anexo [A.1.5](#)).
- Porcentaje de fallas de accesos a un servicio [IP](#) mediante [FTP](#) (anexo [A.1.6](#)).
- Tiempo de acceso al servicio [IP](#) mediante [FTP](#) (anexo [A.1.7](#)).
- Porcentaje de fallas de accesos al servicio [FTP](#) (anexo [A.1.8](#)).
- Tiempo de sesión [FTP](#) (anexo [A.1.9](#)).
- Tasa de transferencia de datos [FTP](#) (anexo [A.1.10](#)).
- Porcentaje de transferencias [FTP](#) caídas (anexo [A.1.11](#)).
- No accesibilidad al servicio [HTTP](#) (anexo [A.1.12](#)).
- Tiempo de acceso al servicio [HTTP](#) (anexo [A.1.13](#)).
- Porcentaje de fallas de accesos a un servicio [IP](#) mediante [HTTP](#) (anexo [A.1.14](#)).
- Tiempo de acceso al servicio [IP](#) mediante [HTTP](#) (anexo [A.1.15](#)).
- Porcentaje de fallas de accesos al servicio [HTTP](#) (anexo [A.1.16](#)).
- Tiempo de sesión [HTTP](#) (anexo [A.1.17](#)).
- Tasa de transferencia de datos [HTTP](#) (anexo [A.1.18](#)).
- Porcentaje de transferencias [HTTP](#) caídas (anexo [A.1.19](#)).
- Tiempo de respuesta a Ping (anexo [A.1.20](#)).

Estos parámetros deben medirse en referencia a un servidor. La recomendación establece que se debería utilizar un servidor dedicado a pruebas y no un servidor



comercial (Facebook, Google, Youtube, etc.). Además, se debería evitar el uso de un [DNS](#) y establecer la conexión al servidor mediante la dirección [IP](#), evitando el tiempo de respuesta del mismo[6].

El servidor de pruebas debería estar conectado a Internet con un enlace capaz de manejar el tráfico de las diferentes unidades de prueba. Este servidor debe tener ciertas consideraciones en cuanto al acceso a diferentes servicios como [HTTP](#) y [FTP](#).

Para el acceso [HTTP](#), se recomienda el uso de una página web estática basada en los estándares de la [ETSI](#)². La versión más reciente, llamada Kepler, incluye una página estática de 822 *kB* que contiene imágenes, texto y datos incompresibles. Una vez que se realice una prueba mediante el acceso a esta página, se debe borrar la memoria caché del terminal de prueba. Esto se hace con el fin de evitar mediciones que no reflejan el acceso al servicio. Además, se deben cerrar todas las conexiones entre el servidor de pruebas y el terminal, esperando por lo menos 6 segundos entre mediciones.

Finalmente, respecto al acceso a [FTP](#), se propone que el servidor no debe tener restricciones de ancho de banda y se debe tener en cuenta el acceso múltiple a la descarga de un archivo.

2.3.2. Recomendaciones de la ETSI

Existen diferentes versiones de cada recomendación, por ello se utilizarán las versiones más recientes ya que incluyen parámetros y análisis para nuevas tecnologías, como [LTE](#).

2.3.2.1. ETSI TS 102 250

Esta especificación técnica es un conjunto de siete documentos bajo el título “*Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks*” y se desarrollan en un contexto similar con la especificación ITU-T E.804[6] incluyendo parámetros de calidad definidos de igual manera, así como la definición del servidor de pruebas. Sin embargo, al estar di-

²Disponible en el enlace <http://portal.etsi.org/TBSiteMap/STQ/HTMLReferenceWebPage.aspx>

vidido en varios documentos la inclusión de nuevos parámetros, conceptos, recomendaciones, etc., es más sencilla. Las versiones más recientes de los documentos son las siguientes:

- ETSI TS 102 250-1 V2.2.1 (2011-04) “Part 1: Assessment of Quality of Service”.
- ETSI TS 102 250-2 V2.3.1 (2014-08) “Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation”.
- ETSI TS 102 250-3 V2.3.1 (2013-06) “Part 3: Typical procedures for Quality of Service measurement equipment”.
- ETSI TS 102 250-4 V2.2.1 (2011-04) “Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment”.
- ETSI TS 102 250-5 V2.4.1 (2013-06) “Part 5: Definition of typical measurement profiles”.
- ETSI TS 102 250-6 V1.2.1 (2004-10) “Part 6: Post processing and statistical methods”.
- ETSI TS 102 250-7 V1.1.1 (2009-10) “Part 7: Network based Quality of Service measurements”.

De estos el más reciente es la parte 2[21], en este documento se hace la definición de los parámetros de calidad. Entre las últimas actualizaciones se encuentran parámetros para [LTE](#) sobre los portadores [EPS](#). Debido a que en su gran mayoría esta recomendación es similar a la recomendación ITU-T E.804, solo se indicarán los parámetros para [LTE](#) que son los siguientes:

- Porcentaje de fallas de activación de contexto [EPS](#) predeterminado adicional (anexo [A.2.1](#)).
- Tiempo de activación de contexto [EPS](#) predeterminado adicional (anexo [A.2.2](#)).
- Porcentaje de contextos [EPS](#) predeterminados caídos (anexo [A.2.3](#)).
- Porcentaje de fallas de activación de contexto [EPS](#) dedicado (anexo [A.2.4](#)).
- Tiempo de activación de contexto [EPS](#) dedicado (anexo [A.2.5](#)).
- Porcentaje de contextos [EPS](#) dedicados caídos (anexo [A.2.6](#)).

La definición del servidor de pruebas se especifica en la parte 5 de la norma[22]. Ésta mantiene el acercamiento que se explicó de la recomendación ITU-T E.804. Debido a esto no será analizada en esta sección.

2.3.2.2. ETSI EG 202 057

Este documento se intitula “STQ; User related QoS parameter definitions and measurements”. La parte 4 trata específicamente del acceso a Internet.

El anexo A.3.1 muestra los parámetros de calidad de servicio (QoS) propuestos. Una vez definidos los parámetros de calidad de servicio y sus respectivos métodos de medición, el ETSI también explica los mismos desde el punto de vista del usuario. Esta información es provista por el [Proveedor de acceso a internet \(Internet access provider\) \(IAP\)](#) y muestra la percepción del usuario sobre la calidad del servicio. Esto se detalla en el anexo A.3.2. Finalmente, el anexo A.3.3 detalla los parámetros de calidad propuestos y los valores objetivos de calidad de servicio, así como el método de medición.

2.4. Redes de Telefonía Celular en el Ecuador: Evolución y Regulación

2.4.1. Evolución de las Redes de Telefonía Celular en el Ecuador

En el Ecuador la telefonía celular tuvo sus inicios en los años 90 con la tecnología [AMPS](#) prestada por las compañías CONECEL S.A y OTECEL S.A. En esa época, el [Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones \(IETEL\)](#) institución pública encargada de regular las redes telefónicas inicia los estudios para la implementación de una red de telefonía celular al contratar a la consultora norteamericana Teleconsult, el 20 de marzo de 1990. Dos años más tarde, el 3 de abril de 1992, el análisis de los estudios dieron como resultado el Reglamento para la Concesión del Servicio de Telefonía Móvil Celular y el concurso para la concesión de dos bandas de frecuencia en la banda A, en el rango de los 800 MHz. Para entonces a las redes de telefonía celular se les conocía en la regulación del Ecuador



como *Servicio de Telefonía Móvil Celular (STMC)*.

Para el 10 de agosto de 1992 se expide la “Ley Especial de Telecomunicaciones” publicada en el Registro Oficial No. 770, en la cual se crea la *Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL)* como el ente regulador de sistemas de telecomunicaciones y la *Empresa Estatal de Telecomunicaciones (EMETEL)* como prestador del servicio de telefonía pública, disolviendo el *IETEL*. A partir de esto la *SUPTEL* se encarga de calificar a varias compañías para el concurso para *STMC* y da por finalizadas las negociaciones el 14 de junio de 1993, cuando se firma la concesión por 15 años con las compañías CONECEL S.A y OTECEL S.A con nombres comerciales Porta y Bellsouth, respectivamente.

Para el año 1995 se dicta la “Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones”, creando el *CONATEL* como ente de administración y regulación de las telecomunicaciones, la *Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL)* como el organismo encargado de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones y manteniendo la *SUPTEL* como ente de control.

El 13 de marzo de 2000 se publica en el Registro Oficial la “Ley para la Transformación Económica del Ecuador” sustituyendo el Capítulo VII de la “Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones” disponiendo que “todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en régimen de libre competencia, evitando los monopolios, prácticas restrictivas o de abuso de posición dominante, y la competencia desleal, garantizando la seguridad nacional y promoviendo la eficiencia, universalidad, accesibilidad, continuidad y la calidad del servicio”³.

Debido a los cambios que tuvo la “Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada”, su reglamento fue publicado el 4 de septiembre de 2001. Y en el año 2002 se emite el “Reglamento para la prestación del Servicio Móvil Avanzado”. En el Art. 3 se define *SMA* como: “un servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre, que permite toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, voz, datos o información de cualquier naturaleza” y en el Capítulo XII en la sección “Disposiciones Finales” se establece que las operadoras de *STMC* se deben acoger a este reglamento. Sin embargo, el mismo año se publica el “Reglamento para la prestación de Servicios de Valor

³Tomado del Capítulo IX, Art. 38. “Ley para la transformación económica del Ecuador” del 13 de marzo de 2000.

Agregado” en el cuál se incluye al acceso a Internet a través del [SMA](#). Dentro de este reglamento no se especifican parámetros de calidad técnicos para el acceso a Internet, sea fijo o móvil, y establece que cualquier empresa pública o privada que desee prestar un servicio de acceso a Internet debe obtener un permiso.

Para los prestadores del [SMA](#) los parámetros de calidad se especifican en su respectivo reglamento. En el Capítulo VI “De las obligaciones y los derechos de los prestadores del [SMA](#)”, Artículo 21 “Constituyen obligaciones de los prestadores del SMA”, inciso 3, se establece el cumplimiento de parámetros y metas de calidad de servicio que serán firmados y en acuerdo con los prestadores del [SMA](#), tomando en cuenta las recomendaciones de la [ITU](#). Entre los parámetros se encuentran los de calidad de servicio referente a telefonía celular, [SMS](#) y cobertura, sin mención del acceso a Internet. Otro punto importante está en el inciso 5 del artículo en cuestión, donde se establece que los proveedores del [SMA](#) deben mantener un sistema de medición y control de calidad de los servicios. Esta información debe estar disponible para la [SUPERTEL](#) cuando lo requiera. En el inciso 6 se pide facilidad de acceso a la [SUPERTEL](#) para las inspecciones y pruebas necesarias con el fin de verificar la calidad del servicio, y el inciso 7 establece la presentación periódica de los datos del servicio a la [SENATEL](#) y [SUPERTEL](#). Estos datos son publicados por la [SENATEL](#) y se presentan en el capítulo 5.

En los años siguientes se inició el despliegue de nuevas tecnologías, así como el ingreso de un nuevo prestador del [SMA](#). En el año 2002 OTECEL S.A lanza su red [CDMA](#) y luego en el 2003 implementa [CDMA](#) 1x para prestar el servicio de datos. Por su lado, CONECCEL S.A despliega la red [GSM](#) y más tarde implementa [GPRS](#) a su red. Este mismo año, el 3 de abril de 2003, la empresa TELECSA S.A, con nombre comercial ALEGRO PCS, obtiene una concesión para la prestación del [SMA](#) e inició la operación de su red con la tecnología [EV-DO](#) en las bandas de 1895 – 1910 *MHz* y 1975 – 1990 *MHz*.

Para el año 2004, la empresa española Telefónica Móvil adquiere a OTECEL S.A, y en el 2005 la marca comercial Bellsouth desaparece para llamarse Movistar e inicia su operación mediante la implementación de [GSM](#) en su red. Este mismo año, TELECSA S.A lanza un servicio de Internet inalámbrico que mediante su red de telefonía celular prestaba a sus usuarios un servicio de 70 *kbps*. Este servicio mejoró para el año 2006 con un nuevo servicio prestado por la misma empresa



permitiendo una tasa de transferencia de hasta 400 *kbps*.

Durante estos años, el éxito comercial de [GSM](#) era notorio, y a pesar de las ventajas de la tecnología [CDMA](#), TELECSA S.A adopta también [GSM](#) mediante la red de acceso de OTECEL S.A en el año 2007, esto con el fin de aumentar la porción del mercado que estaba dominada por CONECEL S.A y OTECEL S.A.

El 14 de agosto de 2008, el [CONATEL](#) aprueba la renovación del contrato de concesión del [SMA](#) a la operadora CONECEL S.A ,la cual implementa [UMTS](#) en su red. El 16 de octubre de 2008, el [CONATEL](#) autoriza a la [SENATEL](#) el otorgamiento de la concesión del [SMA](#) a la operadora OTECEL S.A y para el año siguiente despliega su red [UMTS](#). En cada contrato se aprueba el cumplimiento de los parámetros de calidad del servicio prestado. Además dos empresas de telefonía pública que venían operando en el Ecuador, Andinatel S.A y Pacifictel S.A, son fusionadas en CNT S.A (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) que dos años más tarde, el 14 de enero de 2010, se convertirá en empresa pública CNT EP mediante decreto ejecutivo, y en marzo del mismo año se fusiona con TELECSA S.A, poniendo al Estado como un jugador más en el mercado de la redes de telefonía celular. Por el lado de CONECEL S.A desde el año 2000 tenía sus acciones dominadas por TELMEX, empresa mexicana de telecomunicaciones, para el año 2011 América Móvil, filial de TELMEX, toma control de CONECEL S.A y cambia su nombre comercial a Claro.

El 10 de enero de 2014, el [CONATEL](#) emite una modificación a los parámetros de calidad para la prestación del [SMA](#) que fueron aprobados individualmente en cada contrato de las empresas CONECEL S.A, OTECEL S.A y CNT EP. Dichos parámetros están bajo el control de la [SUPERTEL](#) y son los que están vigentes a la fecha de redacción de este documento. Estos parámetros fueron actualizados con el fin de garantizar un servicio de calidad debido al avance tecnológico presente en el Ecuador. Durante varios años se implementaron tecnologías como [GPRS](#), [EDGE](#), [UMTS](#), [HSPA](#), [HSPA+](#), cada una permitiendo un servicio de telefonía de mayor calidad a menor costo, e incluso el ingreso de nuevos servicios como el servicio de datos e Internet móvil que con su evolución permite tasas de transferencia altas, servicios y aplicaciones fluidas, e incluso contenido multimedia de alta fidelidad. En el capítulo 3 se realiza una comparación de los servicios en varios países.

Actualmente en el Ecuador existe la tecnología [LTE](#) prestada por la empresa

CNT EP, y durante el desarrollo de este documento se firmaron las concesiones de frecuencias para que tanto CONECEL S.A y OTECEL S.A puedan proveer de [LTE](#) a sus usuarios dando un gran paso para la libre competencia, en igual de condiciones, acceso a un mejor servicio para los usuarios, y sobre todo para el desarrollo tecnológico del Ecuador.

De igual manera en el marco regulatorio del Ecuador se expidió la “Ley Orgánica de Telecomunicaciones” el 18 de febrero de 2015, haciendo cambios como la unificación del [CONATEL](#), [SENATEL](#) y [SUPERTEL](#) en la *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)* siendo este el nuevo ente de regulación y control[23]. Sin embargo la nueva ley no será tratada en este documento debido a que no existe el reglamento correspondiente, y por lo tanto, no se han tratado aún temas dentro del alcance de este material, puntualmente los prestadores del [SMA](#).

2.4.2. Marco Legal

A lo largo del desarrollo del marco regulatorio en el Ecuador han existido varias leyes, reformativas y reglamentos para el servicio de telefonía móvil que buscan garantizar un servicio de calidad, eficaz, de acceso libre y equitativo, a precios justos, en un ambiente de libre competencia e igualdad de oportunidades para el desarrollo y crecimiento de los actores del medio, empresas y usuarios.

Para garantizar esto la vigente Constitución de la República del Ecuador de 2008 incluye en su texto la importancia que tiene el Estado en proteger los derechos de los consumidores frente a un servicio, sea prestado por el sector privado o público. Dentro de los puntos tratados son los servicios de telecomunicaciones, y establece que se debe buscar y disponer de los lineamientos para llegar a servicios de calidad.

De esta manera se establece que el Estado ejecutará los mecanismos de control de calidad, procedimientos de defensa y sanciones en caso de no cumplir con las obligaciones.

Para lograr todo ésto existe la “Ley Especial de Telecomunicaciones”, con su reforma del año 2000, la cuál establece los organismos de control, gestión y regulación que se encargarán de proteger los intereses de los usuarios, promover un



mercado de libre y leal competencia que beneficie a los ciudadanos ecuatorianos.

2.4.2.1. Ley Especial de Telecomunicaciones

Esta ley establece que el organismo administrador y regulador de las telecomunicaciones y el representante del Ecuador en la ITU es el CONATEL, el ente de control es la SUPERTEL y la SENATEL es el ente encargado de la ejecución de la política de telecomunicaciones. De igual manera se establecen los métodos empleados para garantizar servicios de calidad, tarifas, interconexión, y demás puntos que buscan la protección de los usuarios.

Un punto importante en la ley hace referencia a parámetros de telefonía pública y toma en consideración nuevos parámetros que podrán ser tomados de recomendaciones de la ITU. Sin embargo, la ley no establece artículos específicos y válidos para varios servicios de telecomunicaciones, entre ellos el SMA. Para ello, existe un reglamento que aplica a las redes de telefonía celular que será analizado en la sección siguiente.

Sin embargo, el acceso a Internet se encuentra bajo el “Reglamento para la Prestación de Servicios de Valor Agregado”, que incluye el acceso a través de redes móviles. Debido a que este reglamento aplica a todos los prestadores de *Servicio de Valor Agregado (SVA)*, y que no existen parámetros técnicos de calidad de acceso al servicio, éste no se analizará. Esto debido a que en el reglamento para SMA se incluye parámetros técnicos para los servicios prestados por los operadores, así como parámetros de SVA prestados por SMA, como el servicio de SMS.

2.4.2.2. Reglamento para la Prestación del Servicio Móvil Avanzado

El reglamento para la prestación del SMA se expidió en la Resolución No. 498-25-CONATEL-2002 con publicación en el Registro Oficial No. 687-2002-10-21 al 21 de noviembre de 2002, sin embargo el reglamento tuvo una modificación con la resolución TEL-042-01-CONATEL-2014 del 10 de enero de 2014 que establece la regulación vigente.

El punto de mayor importancia de la última modificación se encuentra en el Anexo de la resolución, denominado “Parámetros de Calidad para el Servicio Móvil Avanzado”[24]. En esta resolución se tratan con detalle cada uno de los

parámetros que ha de controlar la [SUPERTEL](#), como realizar mediciones de los parámetros, cada cuando tiempo se toman las muestras, el procesamiento de las muestras, la presentación de los datos y los valores objetivos mínimos que se deben cumplir. Además, en cada contrato de concesión de las operadoras estos parámetros están especificados y aceptados por ambas partes, el Estado y la empresa que presta el servicio. Puntualmente, en los anexos de cada contrato se hace referencia a los parámetros que acuerdan cumplir, siendo los mismos especificados en el Reglamento para la prestación del [SMA](#).

En el Art. 26 del Capítulo VIII, el reglamento también deja abierta la posibilidad de una revisión de los parámetros de calidad por parte de la [SENATEL](#) en conjunto con los prestadores del [SMA](#), tomando en cuenta las recomendaciones de la [ITU](#). Lo que en conjunto con la Ley Especial de Telecomunicaciones muestra que Ecuador, al ser un miembro de la [ITU](#) representado por el [CONATEL](#), toma en consideración en su política de regulación y control las recomendaciones establecidas por ésta.

También en el Art. 21 del Capítulo VI en el Inciso 6 se establece: “Prestar todas las facilidades a la Superintendencia de Telecomunicaciones para que inspeccione y realice las pruebas necesarias para evaluar la calidad del servicio, la precisión y confiabilidad del sistema”. Así, la [SUPERTEL](#) cuenta con un sistema propio que realiza pruebas independientes del control de los operadores mediante el [SAMM](#). Éste sistema, descrito en el capítulo 4 de éste documento, se encarga de controlar y medir los parámetros de calidad especificados en el reglamento.

2.4.2.3. Parámetros de Calidad

Los parámetros presentes en la última modificación al reglamento del [SMA](#) son los siguientes:

- Relación con el Cliente
- Porcentaje de Reclamos Generales
- Tiempo Promedio de Resolución de Reclamos
- Tiempo promedio de espera por respuesta de operador humano
- Porcentaje de reclamos de facturación y débito
- Porcentaje de llamadas establecidos



- Tiempo de establecimiento de llamada
- Porcentaje de llamadas caídas
- Zona de cobertura
- Calidad de conversación
- Porcentaje de mensajes cortos con éxito
- Tiempo promedio de entrega de mensajes cortos

Dentro del listado no se encuentran parámetros que hagan referencia al acceso a Internet mediante [SMA](#). A pesar de ello, la [SUPERTEL](#) realiza pruebas en lo que respecta al servicio de datos: pruebas de respuesta de Ping, pruebas de acceso [HTTP](#), y velocidades de transferencia de subida y bajada para [FTP](#), así como el acceso al mismo. Si bien no se busca el cumplimiento de valores mínimos, sí se trata de tener una base de conocimiento de estos servicios. Estos valores medidos son reportados a las operadoras para mejoras y reparaciones que se puedan requerir.

2.5. Conclusiones

Dentro de la regulación del Ecuador no existen parámetros de control de calidad para el acceso a Internet mediante [SMA](#) y, debido al avance tecnológico que se ha vivido en el país, es necesario que se implementen políticas de control para garantizar un servicio de calidad para todos los usuarios. De tal manera que, se incentive la innovación tecnológica, la implementación de nuevos servicios y que se fomente la libre competencia.

Pensando resolver la problemática antes expuesta, esta tesis busca analizar y recomendar estos parámetros, tomando en cuenta las tecnologías presentes en Ecuador, en conformidad a las leyes vigentes, y con el fin de proteger los derechos de los usuarios.



Capítulo 3

Revisión de la calidad de servicio de acceso a Internet mediante SMA en otros países

Las telecomunicaciones han ido creciendo y desarrollándose en cada país alrededor del mundo, en algunos con más impacto que en otros. Esto ha llevado a que cada país desarrolle su propio marco regulatorio para apoyar a este desarrollo y para velar por los propios intereses del estado. Para esta tarea, organizaciones como la [ITU](#) y la [ETSI](#) han sido referentes en todo el mundo para el desarrollo de políticas de regulación y control de las telecomunicaciones.

En el presente capítulo se hace un análisis de la situación actual del acceso a Internet, haciendo énfasis en el acceso mediante [SMA](#), y la forma en la que el estado busca garantizar la calidad de servicio por medio de sus políticas de regulación y control. En primer lugar se describe a Colombia, por ser un país con cualidades políticas, económicas y geográficas similares a las de Ecuador. Luego, para tener una visión de otra parte del mundo, se detalla a España, que a su vez, brinda una visión de la situación en el resto de Europa. Finalmente, se describe a Estados Unidos, por ser uno de los países referentes en cuanto al desarrollo de tecnología, desarrollo de mercados y calidad de servicio para el usuario final.



3.1. Colombia

En Colombia, el ente encargado de emitir resoluciones para el control de las Telecomunicaciones es la *Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC)*. A lo largo de varios años, se vienen manejando dos documentos que indican los parámetros de calidad para los servicios de telecomunicaciones, así como el formato de presentación de los informes que detallan los valores obtenidos por las mediciones realizadas, con el fin de verificar el cumplimiento o no de los parámetros establecidos. A continuación se hará un análisis del primer documento, debido a que éste establece los parámetros mínimos de calidad para el servicio de acceso a Internet mediante redes de telefonía celular.

3.1.1. Marco Legal y Regulatorio

Los documentos vigentes que regulan el acceso a Internet mediante redes de telefonía celular son: la Resolución 3067 del 18 de mayo de 2011 “Por lo cual se definen los indicadores de calidad para los servicios de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones” y la Resolución 3496 del 5 de diciembre de 2011 “Por la cual se expide el Régimen de Reporte de Información Periódica de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones a la Comisión de Regulación de Comunicaciones”. En el primero se detallan los parámetros de calidad que serán verificados por la *CRC*, y abarca varios servicios de telecomunicaciones entre los cuales figura el servicio de acceso a Internet a través de redes móviles en el Numeral 2 del Anexo I y los tiempos de presentación de los informes, mientras que en el segundo reglamento se exponen los formatos de presentación de los mismos.

Sin embargo, se han hecho modificaciones a estos reglamentos y los más recientes serán revisados en esta sección. La Resolución 4000 del 9 de noviembre de 2012 es el último que hace modificaciones a las resoluciones 3067 y 3496, principalmente del Servicio de Acceso a Internet a través de Redes Móviles, y que se encuentran vigentes. En el Artículo 2 se enumeran los seis parámetros que deben cumplir los proveedores del servicio, detallados en el Numeral 2 del Anexo I del mismo documento[25]. Estos son los siguientes:

- Tiempo de Ping.

- Tasa de datos media [FTP](#).
- Tasa de datos media [HTTP](#).
- Disponibilidad de los [SGSN](#).
- Porcentaje de fallas de activación en contextos [PDP](#).
- Porcentaje de contextos [PDP](#) caídos.

Los primeros tres parámetros están basados en el conjunto de documentos [ETSI TS 102 250](#), específicamente [TS 102 250-1 v1.2.1](#), [TS 102 250-2 v1.7.1](#) y [TS 102 250-4 v1.3.1](#). Se establece, que el sistema para la obtención de los parámetros de calidad será implementado por el proveedor del servicio, y que éste se encargará de mantener la documentación de acuerdo a los periodos requeridos por la [CRC](#) con el fin de que el [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones \(MinTIC\)](#) pueda solicitar la información para la verificación del cumplimiento de los valores mínimos. Estos parámetros se miden por separado para cada tecnología, sea 2G o 3G. Hay que resaltar que a pesar de que en Colombia ya existen redes de telefonía celular [LTE](#), no se hace ninguna referencia en la Resolución.

Los últimos tres parámetros se basan en mediciones realizadas por sistemas de gestión, y miden la calidad para establecer y mantener la conexión de datos. Estos están basados en el conjunto de documentos [ETSI TS 102 250](#), [3GPP TS 32.406](#) y [3GPP TS 24.008](#). En este caso, se debe determinar día a día, la hora pico donde el tráfico de datos alcanza un valor máximo, ordenando una a una las mediciones mensuales, descartando los 3 valores más altos de tráfico. Se debe tomar para la medición los siguientes 4 valores representativos y para cada caso, se debe obtener el valor del parámetro correspondiente.

A continuación se detallan la medición, la obtención y los valores mínimos para cada grupo de parámetros.

3.1.1.1. Medición de Tiempo de Ping, tasas de transferencia en FTP y HTTP

Las definiciones de los parámetros son los mismos especificados en la normativa de la [ETSI](#) como se explicó en el capítulo 2. Las definiciones dadas por la [CRC](#) y su valor mínimo están detallados a continuación[25]:

Tiempo de Ping: es el tiempo que requiere un paquete en ir del origen al destino y volver. Para 2G solo se necesita reportar la medición y no necesita cumplir con un valor mínimo, para 3G debe ser menor o igual a 150 *ms*.

Tasa de datos media FTP: es la media de la tasa de transferencia de datos FTP medidos mientras dure la transmisión o la conexión. Para 2G solo se debe reportar el valor medido y para 3G debe ser mayor o igual a 512 *kbps*.

Tasa de datos media HTTP: similar a FTP, es la media de la tasa de transferencia de datos HTTP medidos mientras dure la transmisión o la conexión. Para 2G solo se debe reportar el valor medido, para 3G debe ser mayor o igual a 512 *kbps*.

Para cada medición se debe almacenar la fecha y hora en la que se realizó. Además, se deben establecer áreas geográficas y la cantidad mínima de puntos de medición por área para informes trimestrales que son requeridos por la Resolución. De esta manera, se establece que de los cuatro tipos de áreas geográficas enumeradas a continuación, la primera será determinada por el CRC mientras que las otras tres podrán ser propuestas por el proveedor del servicio, cambiando el listado cada trimestre con las nuevas áreas a considerar:

- 100 % de los municipios con más de 500 mil habitantes.
- 50 % de los municipios entre 300 mil y 500 mil habitantes.
- 25 % de los municipios entre 100 mil y 300 mil habitantes.
- 5 % de los municipios con menos de 100 mil habitantes.

Se hace referencia a municipios como las divisiones administrativas de segundo nivel en Colombia y cada uno forma parte de un solo departamento. Para ponerlo en perspectiva, los municipios son los equivalentes a los cantones y los departamentos son los equivalentes a provincias en el Ecuador. En caso de que haya uno o más municipios donde los potenciales usuarios sea menor a 1000, se debe indicar esta información en el reporte trimestral y el proveedor no tiene la obligación de realizar las mediciones. Entiéndase por potenciales usuarios a cualquier usuario de servicio de telefonía móvil dentro de ese municipio, con domicilio, y que tenga la posibilidad de acceder a Internet mediante esa red.

También se deben presentar las coordenadas y dirección con punto de referencia de los puntos de medición de los parámetros especificados. En este caso, para



cada área geográfica y en función de la población proyectada, se deben cumplir mínimo con la cantidad indicada de puntos de medición:

- Mayor a 5 millones de habitantes requiere de mínimo 42 puntos de medición.
- Entre 1 y 5 millones de habitantes requiere de mínimo 30 puntos de medición.
- Entre 500 mil y 1 millón de habitantes requiere de mínimo 16 puntos de medición.
- Entre 300 mil y 500 mil habitantes requiere de mínimo 12 puntos de medición.
- Entre 100 mil y 300 mil habitantes requiere de mínimo 8 puntos de medición.
- Menor a 100 mil habitantes requiere de mínimo 3 puntos de medición.

El tiempo entre mediciones debe ser considerado por área geográfica y que cada medición debe estar repartida entre 1 semana por cada mes del trimestre, tomando 14 muestras para cada día de la semana, una cada hora a partir de las 7 AM hasta las 8 PM. Es importante recalcar que debe haber un reporte por cada parámetro.

Debido a que cada parámetro realiza diferentes transacciones con la red, se establecen ciertas condiciones para realizar las pruebas. En el caso de Ping, se deben realizar 100 pruebas ping de 32 bytes de longitud a los servidores de www.google.com, www.facebook.com y www.youtube.com. Luego se realizará un promedio de las 300 mediciones, sin contar respuestas de "time out", y este será el valor reportado para el parámetro.

Para los parámetros de [HTTP](#) y [FTP](#) se deben realizar 5 mediciones por hora para cada parámetro, sin tomar en cuenta respuestas de "time out", y el promedio de las 5 mediciones por cada hora será el valor para cada parámetro. Se especifica también que en 2G, el tamaño del archivo de transmisión debe ser mínimo de 100 kB y en 3G de mínimo 1 MB. Sin embargo, hay un parámetro extra llamado "FTP sin accesibilidad de servicio" y que no se encuentra especificado en el resto del documento y por lo tanto no será analizado. Las pruebas [HTTP](#) y [FTP](#) se deben hacer a servidores de referencia que deberán estar ubicados tan cerca como sea posible al Gateway, que permita la interconexión entre la red de acceso y el [IAP](#),

estos servidores deben cumplir con las características definidas en el numeral 4.3.3 de ETSI TS 102 250-5 v1.6.1 y el numeral 4.3.1 de ETSI TS 102 250-5 v1.6.1.

3.1.1.2. Medición de disponibilidad de SGSN, de fallas y caídas de contextos PDP

Las definiciones de los parámetros, el valor mínimo a cumplir y el cálculo a partir de las mediciones realizadas por los sistemas de gestión, están detallados a continuación[25]:

Disponibilidad de los SGSN: porcentaje de tiempo que éste o su equivalente está en servicio y operativo. El valor objetivo anual es de 99,99 %. El método de medición es directo ya que especifica la disponibilidad de los SGSN que puede ser calculado al término de cada año en base a reportes de caída de los mismos.

Porcentaje de fallas de activación en contextos PDP: probabilidad de que un contexto PDP no pueda ser activado con un porcentaje menor a 6 % por SGSN. En este porcentaje no se toma en cuenta los rechazos por causas del usuario tales como saldo insuficiente, servicios no prestados por la red, entre otros.

El cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$FAC_PDP[\%] = \frac{\text{Intentos no exitosos de Activación de Contextos PDP}}{\text{Total de intentos de Activación de Contextos PDP}} \times 100 \quad (3.1)$$

Donde:

- *Intentos no exitosos de Activación de Contextos PDP:* “Fallas en procedimientos de activación de contextos PDP iniciados por el UE” + “Fallas en procedimientos de activación de contextos PDP iniciados por la red”. Definidos según los puntos 4.6.1.3 y 4.6.15.3 de 3GPP TS 32.406.
- *Total de intentos de Activación de Contextos PDP:* “Intentos de activación de contextos PDP iniciados por el UE” + “Intentos de activación de contextos PDP iniciados por la red”. Definidos según los

puntos 4.6.1.1 y 4.6.15.1 de 3GPP TS 32.406.

Porcentaje de contextos PDP caídos: probabilidad de que un contexto PDP se desactive una vez establecida la conexión por causas de la red sin el conocimiento del usuario, y debe ser menor a 3 % por SGSN.

El cálculo se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$C_PDP_C[\%] = \frac{\text{Cantidad de Contextos PDP caídos}}{\text{Total de Contextos PDP activados exitosamente}} \times 100 \quad (3.2)$$

Donde:

- *Cantidad de Contextos PDP caídos:* “Intentos de desactivación de contextos PDP iniciados por el GGSN” + “Intentos de desactivación de contextos PDP iniciados por el SGSN”. Las causas válidas para estos, están detallados en el punto 6.1.3.4.2 del documento 3GPP TS 24.008 y son las causas número 25 y 38, siendo estas causas únicamente atribuidas a la red.
- *Total de Contextos PDP activados exitosamente:* “Intentos de desactivación de contextos PDP iniciados por el GGSN - Todas las Causas” + “Intentos de desactivación de contextos PDP iniciados por el SGSN - Todas las Causas”. Estas causas están definidas según los puntos 4.6.8.1 y 4.6.9.1 de 3GPP TS 32.406.

Debido a que estos parámetros son en base a contextos PDP, únicamente pueden ser aplicados a redes GSM y UMTS, en el caso de requerir un control sobre redes LTE se deberán establecer parámetros para portadores EPS, que complicaría más la tarea de medir y controlar el desempeño del acceso a Internet mediante redes de telefonía celular.

3.1.2. Estadísticas generales

Para un mejor análisis y para entender el comportamiento del mercado de Internet móvil en Colombia, es necesario un análisis de estadísticas que pueden dar una mejor idea de como la regulación implementada por el Estado podría

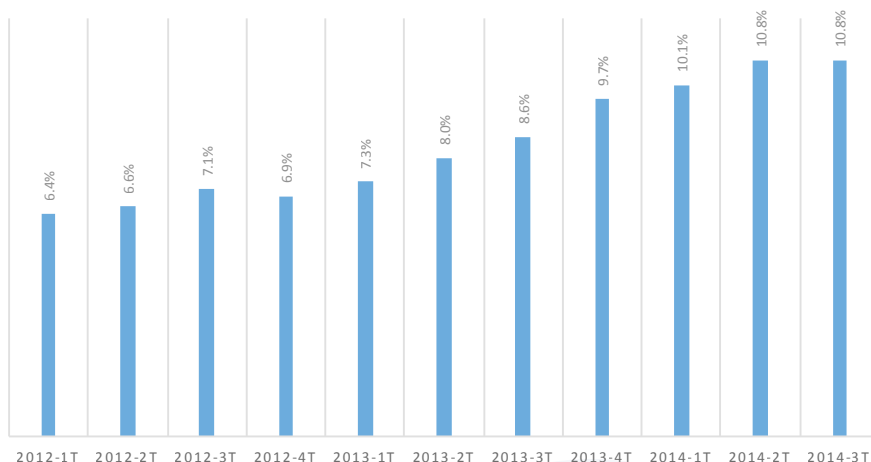


Figura 3.1: Penetración de Internet móvil por suscripción en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].

afectar al desarrollo del servicio de Internet móvil. Según datos obtenidos del [MinTIC](#)[7], Colombia cerró el 3er trimestre de 2014 con una penetración del 10,8 % con 5'163 920 subscriptores viendo un crecimiento de solo 4,4 % en más de 2 años, como se muestra en la Figura 3.1. Si se pone en perspectiva con el total de subscriptores de acceso a Internet fijo y móvil, 10'095 964 subscriptores para el 3er trimestre de 2014, el mercado Colombiano se encuentra dividido por dos tipos de acceso con casi igual número de subscriptores.

En la Figura 3.2 se puede observar que desde el 2012 el acceso a Internet móvil ha aumentado su porción del mercado, sin embargo, desde el 4to trimestre de 2013 la división es casi del 50 % a pesar de que el acceso móvil se ha mantenido por encima del fijo, por máximo 4 puntos, cerrando el 3er trimestre de 2014 con una diferencia de 2 puntos.

Éstos datos son importantes si se toma en cuenta que Colombia establece una fuerte regulación para el acceso a Internet a través de redes fijas y móviles. Parámetros de calidad para las redes [UMTS](#) de un mínimo de velocidad de transferencia de 512 *kbps*, que no son alcanzables a menos que se utilice [HSPA](#), obligando a los operadores a invertir en la implementación de esta tecnología a lo largo de su red, con el fin de cumplir únicamente con la regulación establecida.

La Figura 3.3 establece el número de subscriptores por tecnología. La cantidad

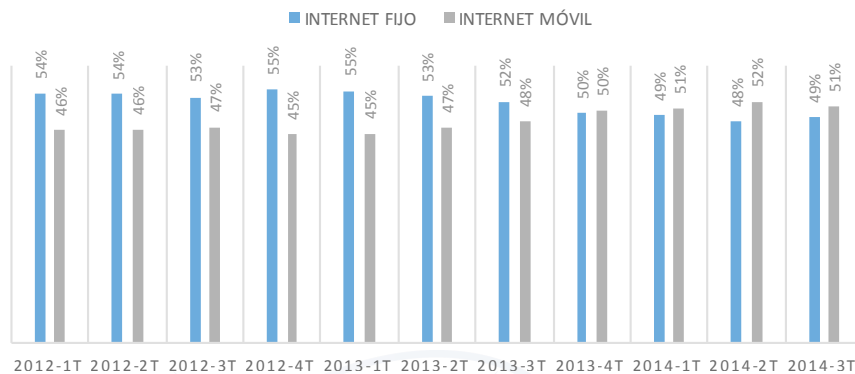


Figura 3.2: Porcentaje de subscriptores de acceso a Internet fijo y móvil en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].

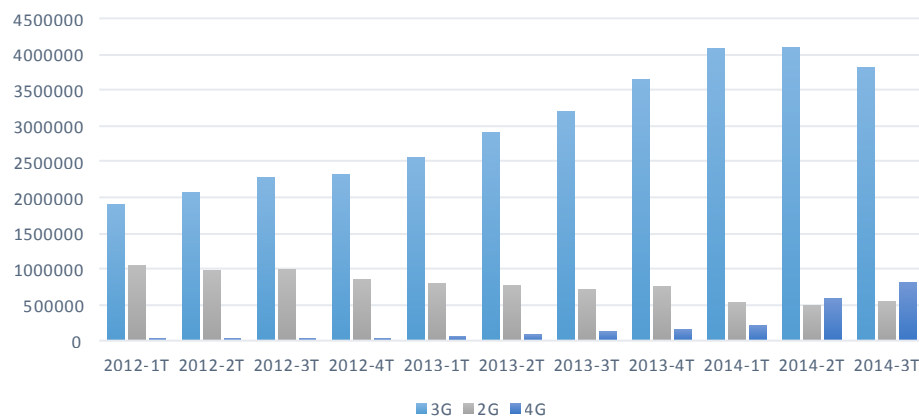


Figura 3.3: Cantidad de subscriptores de acceso a Internet por tecnología en Colombia en el periodo 2012 - 2014[7].



de subscriptores 2G está disminuyendo, y se podría atribuir a que el servicio se está degradando debido a que los parámetros para [GSM](#) no existen, induciendo a que los subscriptores compren terminales con compatibilidad para [UMTS](#) donde, debido a la estricta regulación, se podría estar percibiendo una mejor calidad de servicio.

Sin embargo, debido a la limitada información que provee el [MinTIC](#), no se puede realizar un mejor análisis de la situación de los proveedores de acceso a Internet mediante redes de telefonía celular. Lo que se puede concluir es que, en lo que respecta a subscriptores del servicio, no existe un mercado que vea un crecimiento significativo. Pero en cuanto al acceso a Internet móvil por demanda, la cantidad de subscriptores que utilizan este servicio asciende a 19'603.885 al 3er trimestre de 2014, dejando en claro que Colombia es un mercado que accede a Internet móvil por demanda superando incluso al acceso fijo de Internet[7].

Una de las razones por las que puede estar ocurriendo esto es el uso de las redes sociales, además de servicios de mensajería como “Whatsapp”. Debido a esto, las operadoras ofrecen planes por demanda a estos servicios, de tal manera que los usuarios tienen más opciones para elegir al momento de requerir acceder a alguno de éstos.

3.2. España

3.2.1. Descripción General

En España, los servicios de telecomunicaciones son regulados por el *Ministerio de Industria, Energía y Turismo*, específicamente por la *Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información*[26]. La Secretaría de estado regula varios servicios entre los cuales se destaca el denominado servicio de *banda ancha* y a su vez, la calidad de servicio. Los servicios de banda ancha son aquellos en los que el usuario, utilizando un terminal específico, ya sea un ordenador, un móvil o un televisor, dispone de una conexión de datos permanente, así como también una tasa de transmisión alta. Estos servicios, permiten el acceso a Internet y comúnmente son comercializados junto con otros servicios como la telefonía fija, la telefonía móvil o servicios de televisión por suscripción.

El servicio de Internet de banda ancha puede ser ofrecido mediante varias tecnologías, estas tecnologías de acceso son clasificadas como:

Acceso Cableado Hace referencia a los accesos que requiere un cable hasta el usuario, ya que éste se encuentra en una posición relativamente fija. Estas tecnologías pueden ser *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*, *Hybrid fibre-coaxial (HFC)* o *Fiber to the Home (FTTH)*.

Acceso Inalámbrico Son aquellos que no necesitan de un cable hasta el usuario, la conexión se basa en ondas electromagnéticas, sin embargo, se requiere que el usuario se encuentre dentro del rango de alcance del punto de acceso. Entre este tipo de tecnologías se tiene, *Wireless Fidelity (Wi-Fi)* y *WiMAX*.

Acceso Móvil Son accesos inalámbricos que permiten una movilidad plena al usuario. Esta movilidad se consigue gracias a que existe una red con varios puntos de acceso que brindan una mayor zona de cobertura. Son justamente los accesos por telefonía móvil. Entre estos destaca *UMTS* y *LTE*.

La regulación del servicio de Internet de banda ancha es dictada principalmente por la *Ley General de Telecomunicaciones*[27] y por el *Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios*[28]. Sin embargo, los servicios de Internet de banda ancha son considerados en dos niveles para su regulación, a nivel minorista y a nivel mayorista:

Regulación a nivel minorista Los servicios de acceso a Internet a nivel minorista son aquellos que son ofrecidos directamente a los usuarios finales. Estos servicios no cuentan con una regulación específica, de esta manera, se fomenta un régimen de libre competencia, ya que los operadores son los que establecen sus precios y áreas de cobertura. No obstante, los prestadores de estos servicios se encuentran sujetos a normativas generales para los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas, específicamente en cuanto a los derechos de los consumidores y a la calidad de servicio.

Regulación a nivel mayorista A este nivel, se mantiene la política de libre competencia para los servicios ofertados a los usuarios finales, y con el objeto de garantizarla, es necesaria la intervención de la *Comisión Nacional*

de los Mercados y Competencia (CNMC), la cual, si bien no interviene en el establecimiento de ofertas para el usuario final, fija las condiciones en las que el operador con poder significativo en el mercado, debe poner a disposición todo lo que requieran los otros operadores a nivel minorista para montar sus propios servicios de acceso a Internet. En España, el operador con poder significativo en el mercado es *Telefónica*, y los servicios mayoristas que por ley está obligado a prestar son:

- Acceso desagregado al bucle de abonado
- Acceso indirecto a acceso de banda ancha al por mayor
- Acceso a conductos e infraestructuras pasivas

A más de la regulación nacional descrita, en España rige también la regulación por parte de la Unión Europea, específicamente para el servicio de roaming de datos, cuando los usuarios visitan un país diferente al país de la operadora origen. La Comisión Europea es la encargada de incentivar a nivel Europeo la competencia en los servicios móviles itinerantes.

Si bien el servicio acceso a Internet de banda ancha no cuenta con una regulación específica, una característica importante de este marco regulatorio es la definición del mismo, como *Servicio Universal*. Así lo establece la *Ley General de Telecomunicaciones*, de esta manera, cualquier usuario final sin importar su ubicación geográfica tiene derecho a una conexión de calidad a la red pública de comunicaciones electrónicas desde una ubicación fija a una velocidad en sentido descendente de 1 *Mbps* y a un precio asequible.

3.2.2. Marco Legal y Regulatorio

La orden ET/1090/2014, emitida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, del 16 de junio de 2014, indica las últimas reformas realizadas a la regulación de condiciones relativas a la calidad de servicio en la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas. Estas reformas están vigentes hasta la fecha. La Ley 9/2014 indica el marco regulatorio para la telecomunicaciones en España. Se encuentra dividida en 7 capítulos que abarcan los principales aspectos en cuanto a prestación de servicios de comunicaciones electrónicas. Estos capítulos son:

1. Objeto
2. Información a los usuarios sobre niveles de calidad de servicio
3. La calidad de servicio en los contratos con los usuarios
4. El servicio universal
5. Calidad de facturación
6. Sucesos que conlleven una importante degradación de la calidad de servicio
7. Otras disposiciones

El capítulo 3 hace referencia precisamente a los parámetros de calidad de servicio a tomarse en consideración. Estos parámetros van indicados en el contrato que realiza el usuario con la operadora. Se establecen dos parámetros principales: *el tiempo de suministro de la conexión inicial y el tiempo de interrupción del servicio*. Estos se encuentran definidos en los ítems 3 y 4 del artículo 10, de la siguiente manera:

“3. El tiempo de suministro de la conexión inicial se define como el tiempo transcurrido desde la primera comunicación usuario-operador, por la que se acepta la solicitud de conexión a la red desde una ubicación fija del usuario, por parte del operador, hasta el momento en que el usuario tenga disponible el servicio. El valor de compromiso de calidad relativo al tiempo de conexión inicial, a efectos de determinar las compensaciones que correspondan, se expresará en un número entero de días naturales.”[29]

“4. El tiempo de interrupción del servicio se define como la suma de tiempos transcurridos, a lo largo de un periodo de observación, desde el instante en el que se ha producido la rotura o inutilización por degradación del servicio o elemento del servicio hasta el momento en que se ha restablecido a su normal funcionamiento. El instante de inicio de la cuenta será el primero de los dos sucesos siguientes: a) El de notificación por el abonado del aviso de avería al punto de contacto del operador, o b) El de registro por el operador de la incidencia causante de la interrupción total o parcial del servicio.”[29]

Para el caso específico de comunicaciones móviles, el párrafo siguiente establece que,

“Adicionalmente, para los servicios móviles se entenderá que una interrupción del servicio en una zona afecta a un abonado, cuando se dé alguna de las siguientes

circunstancias: a) El operador conoce a través de sus sistemas de información que dicho abonado se encontraba en la zona afectada en el momento de la interrupción. b) La interrupción afecta al área donde se encuentra el domicilio que figura en el contrato y el operador, a través de sus sistemas de información, no puede situarle en otra zona durante el periodo de la interrupción.”[29]

Finalmente, para el caso de específico de acceso a Internet móvil, la Parte II de los anexos de la ley, en la sección: *Parámetros específicos para el servicio de acceso a Internet*, establece un único parámetro de calidad de servicio: *la velocidad de transmisión de datos conseguida*. Este parámetro es medido separadamente para las diferentes modalidades de acceso a Internet comercializadas por cada operador. La definición y medición de este parámetro son indicados en la sección 5.2 del documento ETSI EG 202 057-4, descrito en el capítulo 2, sin embargo, en el anexo se indica que tanto la definición y medición deben ser consideradas con la siguiente matización:

“La velocidad de transferencia de datos conseguida se calculará con relación a la velocidad de transmisión de datos obtenida por los usuarios tanto desde un servidor remoto a su ordenador o equipo terminal como en sentido contrario, es decir, desde su ordenador o equipo terminal hacia un servidor remoto.”[29]

Esto indica que se consideran las velocidades de conexión tanto de subida como de bajada. La definición de velocidad de transferencia de datos es indicada en la sección 5.2 del documento ETSI EG 202 057-4[30], explicado en el capítulo 2.

3.2.3. Estadísticas generales

Como ha sido descrito, en términos generales la regulación española fomenta el mercado de libre competencia para el servicio de acceso a Internet de banda ancha. Esto ha sido un factor influyente para la situación actual de las telecomunicaciones y el Internet móvil en España. Por ello, se tiene a continuación un informe estadístico general del servicio de acceso a Internet de banda ancha, de su penetración y tipos de tecnología, así como de las principales operadoras que ofertan Internet móvil.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha venido realizando desde años

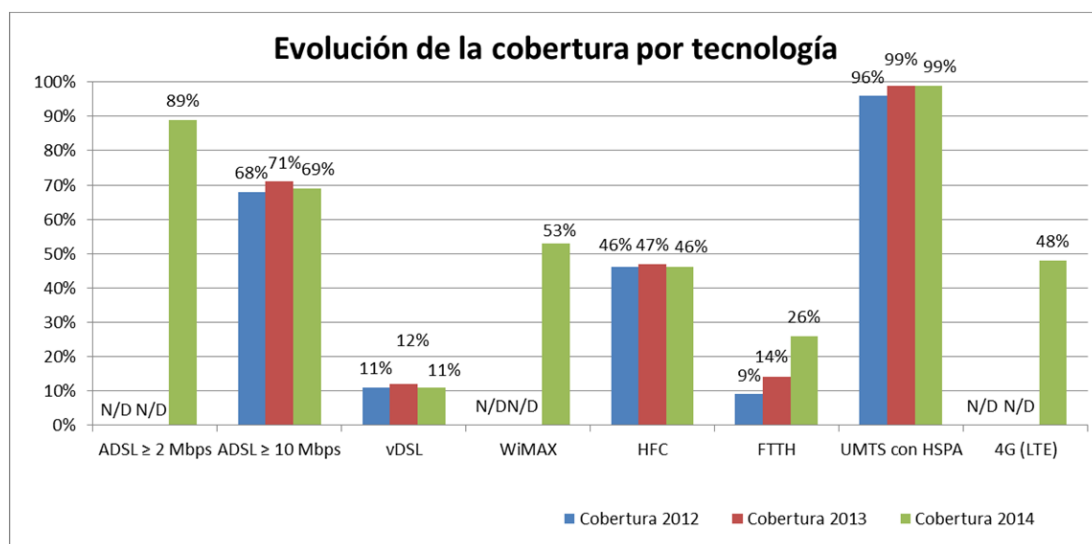


Figura 3.4: Evolución de la cobertura nacional por velocidad

atrás una recopilación de información sobre todos los servicios de comunicaciones electrónicas que se ofertan en el país[31]. Todo esto con el fin de supervisar el desarrollo y despliegue de las telecomunicaciones, así como los índices de penetración y el mejoramiento del servicio para el usuario final. En cuanto al servicio de Internet de banda ancha, la Figura 3.4 muestra la evolución de la cobertura a nivel nacional, clasificándola según la tecnología. Los porcentajes de cobertura se calculan haciendo referencia al porcentaje de la población que tiene acceso a cada una de las tecnologías. Desde 2012, el acceso a Internet móvil por **UMTS** con **HSPA** es el que abarca la mayor parte de la población nacional. En cuanto a la red 4G, casi la mitad de la población tiene acceso a ella.

La Figura 3.5 muestra el porcentaje de penetración a nivel nacional de cada una de las tecnologías de acceso existentes para el servicio de Internet de banda ancha. En cuanto al acceso alámbrico, **ADSL** con velocidades de 2 *Mbps* es la tecnología con más penetración. Para el caso de acceso móvil, la red 3.5G de **UMTS** con **HSPA** llega casi a la totalidad de la población española. Debido a esto, la tasa de penetración en función a las tasas de transferencia velocidades también se ve afectada. la Figura 3.6 muestra la cobertura clasificada según las velocidades ofertadas al usuario final. La de mejor cobertura es la velocidad mayor

Tecnología	Cobertura 2014
ADSL ≥ 2 Mbps	89%
ADSL ≥ 10 Mbps	69%
VDSL	11%
WiMAX	53%
HFC	46%
FTTH	26%
UMTS con HSPA	99%
4G (LTE)	48%

Figura 3.5: Cobertura nacional por tecnología en 2014

Velocidad	Cobertura 2014
≥ 2 Mbps	95%
≥ 10 Mbps	82%
≥ 30 Mbps	60%
≥ 100 Mbps	56%

Figura 3.6: Cobertura nacional por velocidad en 2014

o igual a 2 *Mbps*, la cual hace referencia a [ADSL](#). En cuanto al acceso móvil, con la red 3G se ha detectado velocidades pico de alrededor de 20 *Mbps*. Esta categoría tiene un porcentaje de cobertura mayor al 80 %, que es considerado una cobertura amplia.

En cuanto al acceso móvil, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo hace una clasificación más detallada del rango de cobertura y porcentaje de cobertura que tienen estos tipos de tecnología. Para tener una mejor visión del acceso móvil a Internet, la Figura 3.7 muestra los rangos de cobertura de [UMTS](#) con [HSPA](#) en base a población, municipios, hogares, etc. Como se pudo observar anteriormente, y como se puede ver ahora, la penetración de [UMTS](#) a nivel nacional es bastante amplia, ofreciendo altas tasas de transferencia, que garantizan la calidad de servicio conforme lo establece la ley. De manera similar, la Figura 3.8 muestra los rangos de cobertura de [LTE](#) que, si bien no tienen el mismo índice de penetración que las redes móviles 3G, brindan velocidades mucho más altas de acceso a Internet de banda ancha, llegando también a un porcentaje significativo de la población nacional.

Rango de cobertura	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº hogares totales	Hogares cubiertos UMTS con HSPA
90≤x≤100	5.891	46.401.343	17.894.937	17.842.374
80≤x<90	287	270.644	108.209	93.067
70≤x<80	171	119.584	49.393	37.407
60≤x<70	121	48.680	20.569	13.450
50≤x<60	115	42.521	17.835	9.803
40≤x<50	77	22.964	9.707	4.342
30≤x<40	85	19.662	8.404	2.939
20≤x<30	89	22.220	9.589	2.358
10≤x<20	94	21.724	9.328	1.395
0≤x<10	1.187	160.441	71.099	773
Totales	8.117	47.129.783	18.199.069	18.007.907

Figura 3.7: Distribución de municipios por rango de cobertura de UMTS con HSPA en 2014

Rango de cobertura	Nº Municipios	Nº de habitantes totales	Nº hogares totales	Hogares cubiertos LTE
90≤x≤100	117	18.140.546	7.170.875	7.068.414
80≤x<90	31	2.481.901	945.421	813.688
70≤x<80	24	1.057.844	397.328	301.126
60≤x<70	20	706.115	257.099	167.691
50≤x<60	18	341.315	126.995	70.207
40≤x<50	23	513.244	193.308	87.036
30≤x<40	28	742.432	279.414	96.687
20≤x<30	22	279.026	105.694	25.661
10≤x<20	47	863.373	322.430	43.391
0≤x<10	7.787	22.003.987	8.400.505	25.220
Totales	8.117	47.129.783	18.199.069	8.699.122

Figura 3.8: Distribución de municipios por rango de cobertura de LTE en 2014

TECNOLOGÍA	NOMBRE DEL OPERADOR	AMBITO GEOGRÁFICO
HSPA (3,5G)	France Telecom España, S.A.	nacional
	Telefónica Móviles España S.A.	nacional
	Vodafone España, S.A.U.	nacional
	Xfera Móviles, S.A.	nacional
LTE (4G)	France Telecom España, S.A.	nacional
	Telefónica Móviles España S.A.	nacional
	Vodafone España, S.A.U.	nacional
	Xfera Móviles, S.A.	nacional

Figura 3.9: Operadores para servicio de acceso móvil a Internet de banda ancha en 2014

Dados estos números de penetración en cuanto a tecnologías de acceso móvil, es importante conocer cuales son las operadoras que brindan este tipo de servicio. Como se mencionó anteriormente, el operador dominante declarado por la ley es *Telefónica*, sin embargo, existen varios operadores que llegan al usuario final mediante tecnologías de acceso móvil, ya sean propias o arrendadas. Estos operadores son clasificados según la tecnología de acceso que utilizan, y son detallados en la Figura 3.9.

Como se puede observar, el acceso a Internet de banda ancha ha tenido un gran desarrollo a nivel nacional. La gran cobertura alcanzada y el tipo de tecnologías de las redes móviles de los operadores, garantizan altas tasas de transferencia de datos, así como una gran movilidad. Este es un hecho a tomar en consideración, al momento de evaluar los tipos de regulación vigentes y como afectan al desarrollado de un mercado y la calidad brindada a los clientes.

3.3. Estados Unidos

En los Estados Unidos la *Federal Communications Commission (FCC)* es la agencia independiente encargada de regular las telecomunicaciones en todos los estados que conforman el país. Si bien dentro de la regulación no se manejan parámetros de calidad de ningún servicio, se han hecho modificaciones importantes a sus leyes que han cambiado el panorama respecto a la regulación del acceso a Internet, que afecta incluso, al acceso mediante redes de telefonía celular.

3.3.1. Marco Legal y Regulatorio

La ley que inició cambios en la regulación de telecomunicaciones en los Estados Unidos y creó la FCC fue la “Communications Act of 1934” que fue publicada en el año en cuestión. El Capítulo II “Common Carriers” y el Capítulo III “Special Provisions Relating to Radio” establecen por separado a los prestadores de servicios y el uso del espectro radioeléctrico, tratando a los proveedores de servicios móviles mayormente como un servicio regulado bajo el Capítulo III. Si bien en el Capítulo II se habla de servicios de telefonía, no se hace referencia a ningún tipo de telefonía celular, ya que en la época no existía tal servicio, por ello no se tuvo en consideración en esta ley[32].

Con el desarrollo tecnológico, la comercialización de redes de telefonía celular, y la introducción y crecimiento de Internet representaron retos para una ley antigua y casi 62 años más tarde, se expide la “Telecommunications Act of 1996” que enmienda la ley de 1934. En esta ley se busca disminuir la regulación de las telecomunicaciones, de manera que el mercado se autorregule y que debido a la libre competencia los precios de los servicios disminuyan, sean de alta calidad y promuevan el desarrollo de nuevas tecnologías. Para ello en el Capítulo I “Telecommunication Services” se especifica adjuntar la Parte II “Development of Competitive Markets” en el Capítulo II “Common Carriers” de la “Communications Act of 1934”, estableciendo términos de interconexión, negociaciones y arbitraje para acuerdos, eliminación de barreras de entrada, infraestructura compartida, entre otros[33].

Una de las enmiendas importantes se da en la Sección 254, “*Universal Access*”, donde se establecen los principios en los que se basa el acceso universal a las telecomunicaciones en los Estados Unidos, e indica que los usuarios tienen derecho a servicios de telecomunicaciones de calidad a bajo costo, incluyendo el acceso a servicios avanzados tanto en áreas urbanas como rurales, y que a pesar de que sean áreas de alto costo de implementación, los proveedores de los servicios deben mantener la calidad y el costo en relación a áreas donde los costos de implementación sean bajos.

Sin embargo, respecto al acceso a Internet, sea fijo o móvil, no es tratado directamente en la Ley y en su lugar, solo se habla del acceso a contenido en la

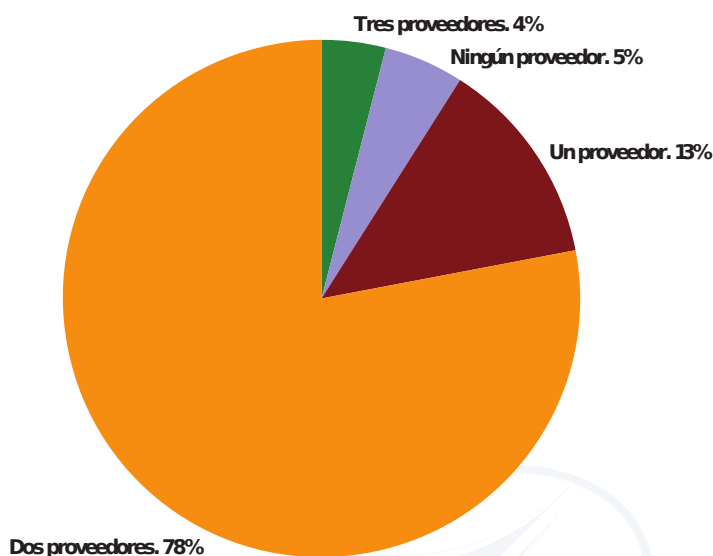


Figura 3.10: Cantidad de población que vive en zonas de censo con acceso a 0, 1, 2 y 3 proveedores de servicios alámbricos[8, Exposición 4-A].

Sección 230 “Protection for Private Blocking and Screening of Offensive Material” donde se hace mención a que la regulación del gobierno con respecto a Internet, será mínima tal como se especifica en el literal (a.4) “Findings”, mientras que en el literal “Policy” (b.2), se trata del desarrollo del libre mercado sin restricciones federales o estatales.

Para el año 2010 el gobierno estadounidense adopta dos acercamientos para el acceso a Internet por redes fijas y móviles, el “National Broadband Plan” y el “Open Internet Order”, donde el término “Open Internet” se vino manejando desde el 2005 en el “Internet Policy Statement”. A partir de estos dos documentos se establece la importancia del Internet abierto y libre, que garantiza el libre acceso sin bloqueo a contenidos y plataformas de servicios. Además, en el “National Broadband Plan” se resalta el crecimiento del acceso a Internet a través de redes móviles y reconoce que éste está evolucionando a ser una puerta importante de acceso a Internet, dado el crecimiento de terminales móviles con capacidad para ello[8].

Para dar una visión de la importancia de las redes móviles, la Figura 3.10 del año 2009 presenta la disponibilidad de proveedores de acceso a Internet mediante

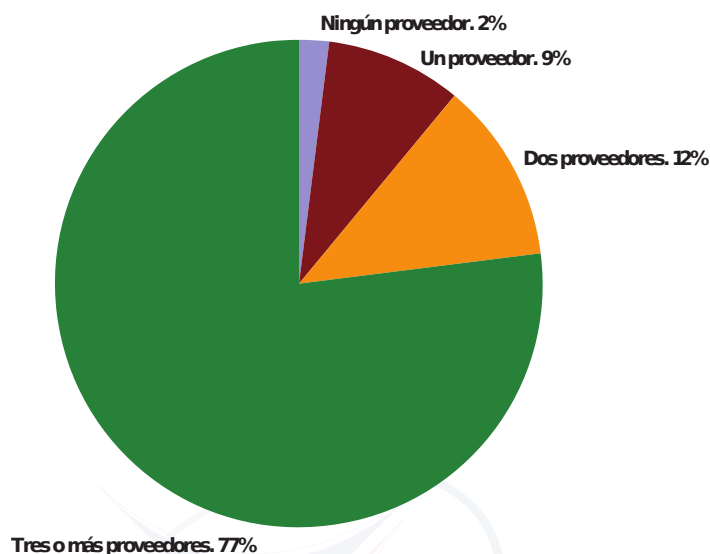


Figura 3.11: Cantidad de población que vive en zonas de censo con acceso a 0, 1, 2 y 3 proveedores de telefonía móvil 3G[8, Exposición 4-E].

proveedores fijos, frente al acceso móvil con 3G (Figura 3.11). Como se puede observar en el acceso a Internet mediante redes de telefonía celular, la mayoría los ciudadanos estadounidenses disponen de mínimo tres opciones para obtener el servicio dejando solo el 2% sin opción móvil. Esto es una ventaja para las redes móviles y la posibilidad de convertirse en la principal opción de acceso a Internet, frente al acceso alámbrico donde el 78% de la población tiene acceso a un único proveedor y el 5% no dispone de una opción alámbrica.

A pesar de estos datos, la FCC se mantuvo en el ámbito de observar el acceso a Internet fijo, diferente del acceso móvil. Sin embargo, durante la realización de este documento, entró en debate las reformas al Capítulo II de “Communications Act of 1934” y la Sección 706 de “Telecommunications Act of 1996” mediante la “Open Internet Order” que fue aprobada en febrero de 2015 donde se redefine el término “Internet Broadband Access Service” que ahora une a los proveedores de Internet bajo el mismo título, sea este servicio prestado por cable, línea telefónica, fibra o de manera inalámbrica y se lo reconoce como un servicio de telecomunicaciones[34].

El impacto de esta nueva clasificación generó tanto críticas como aplausos

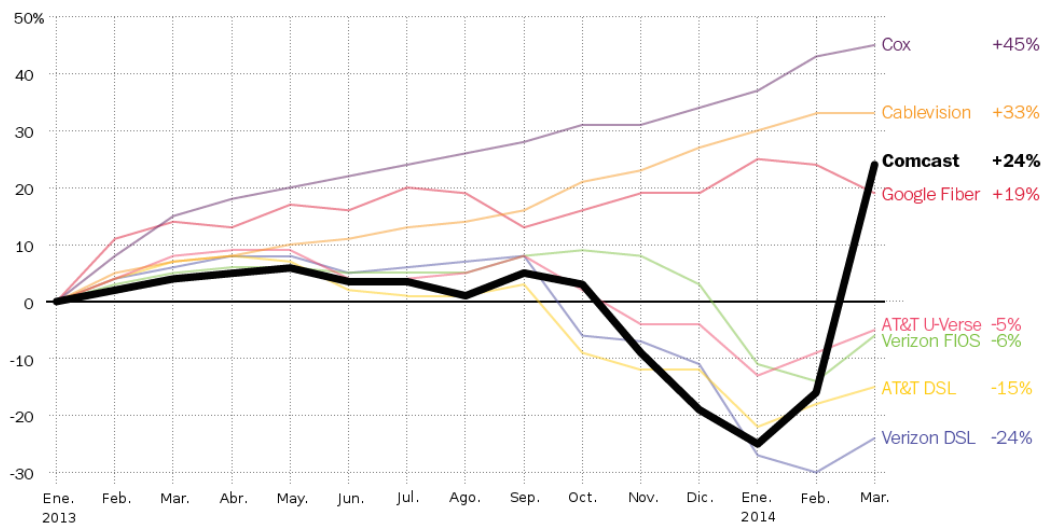


Figura 3.12: Porcentaje de cambio en la velocidad de acceso a Netflix por ISP[9].

entre la industria y los consumidores del servicio. Si bien no se establecen parámetros de calidad de ningún tipo para el acceso a Internet, sí se establece reglas que buscan eliminar malas prácticas competitivas del mercado, donde los perjudicados eran los consumidores. Uno de los casos más recientes incluye la reducción de la asignación de ancho de banda para el tráfico de Netflix por parte de la empresa Comcast, que resultó en un pésimo servicio percibido por los usuarios, donde Netflix tuvo que pagar por mayor tráfico para su contenido. En la Figura 3.12 se puede observar el cambio en porcentaje de la velocidad de transferencia que fue percibida por los clientes de Comcast al acceder a Netflix, antes y después del arreglo comercial en febrero de 2014, así como el desempeño de otros proveedores de Internet fijo[9].

Así, debido a problemas como el descrito y con el fin de evitar futuras prácticas como ésta, la “Open Internet Order” de 2015 prohíbe el bloqueo de contenido, la limitación del tráfico de Internet independiente del contenido y el pago por acceso a prioridad de tráfico por parte de proveedores de contenido, servicios o aplicaciones. Debido a que el acceso mediante redes móviles, entre las cuales se encuentran las redes de telefonía celular, se incluye en la nueva definición de “Internet Broadband Access Service”, todas las reglas en la “Open Internet Order”

serán aplicadas al acceso a Internet mediante redes de telefonía celular[34].

Debido a esto, asociaciones internacionales como la *Cellular Telephone Industries Association* (CTIA), conformada por proveedores de servicios, fabricantes y contribuyentes en la industria de las telecomunicaciones inalámbricas, expusieron su desacuerdo con la “Open Internet Order”, expidiendo argumentos donde se hace una comparativa del acceso a Internet mediante redes de telefonía celular con el acceso por medios fijos, y los retos que representan las reglas expuestas por la FCC. Principalmente se hizo énfasis en las características del medio de propagación y su variabilidad, disponibilidad de espectro radioeléctrico, servicios donde la aplicación de QoS es inevitable, tal como VoIP, en el que si no se garantiza una baja latencia se degrada la calidad de la llamada, pero que al aplicar esta política, se está dando prioridad de tráfico a un solo tipo de servicio e incumple con la “Open Internet Order”, y no solo VoIP incumple en la regla, sino también el servicio de telefonía móvil regular[35].

3.3.2. Estadísticas generales

Si bien el panorama no es claro sobre las ventajas y las consecuencias de estas nuevas reglas, estas se podrán determinar en función del desarrollo del servicio de acceso a Internet durante los próximos años, incluyendo el acceso móvil influenciado por la nueva regulación. Por ello, la continua recolección de datos que pueden proveer los prestadores del servicio de acceso a Internet, así como el correcto análisis de los mismos, llevarán a un mejor entendimiento de la situación.

Si se observan estadísticas de diciembre de 2013, el número de conexiones móviles con respecto a las conexiones fijas es poco más del doble, como se puede comparar en la Figura 3.13, siendo las fijas 96 millones mientras las móviles son 197,3 millones. Además, se puede observar que las conexiones móviles con velocidad de transferencia igual o mayor a 6 Mbps/1,5 Mbps ha aumentado en un 30 % con respecto a diciembre de 2012, de tal manera que más del 67 % de conexiones móviles son superiores a 3 Mbps/768 kbps.

Para enero de 2014 la disponibilidad de por lo menos un proveedor de servicio de Internet móvil se encuentra en el 99,7 % de la población que vive en zonas

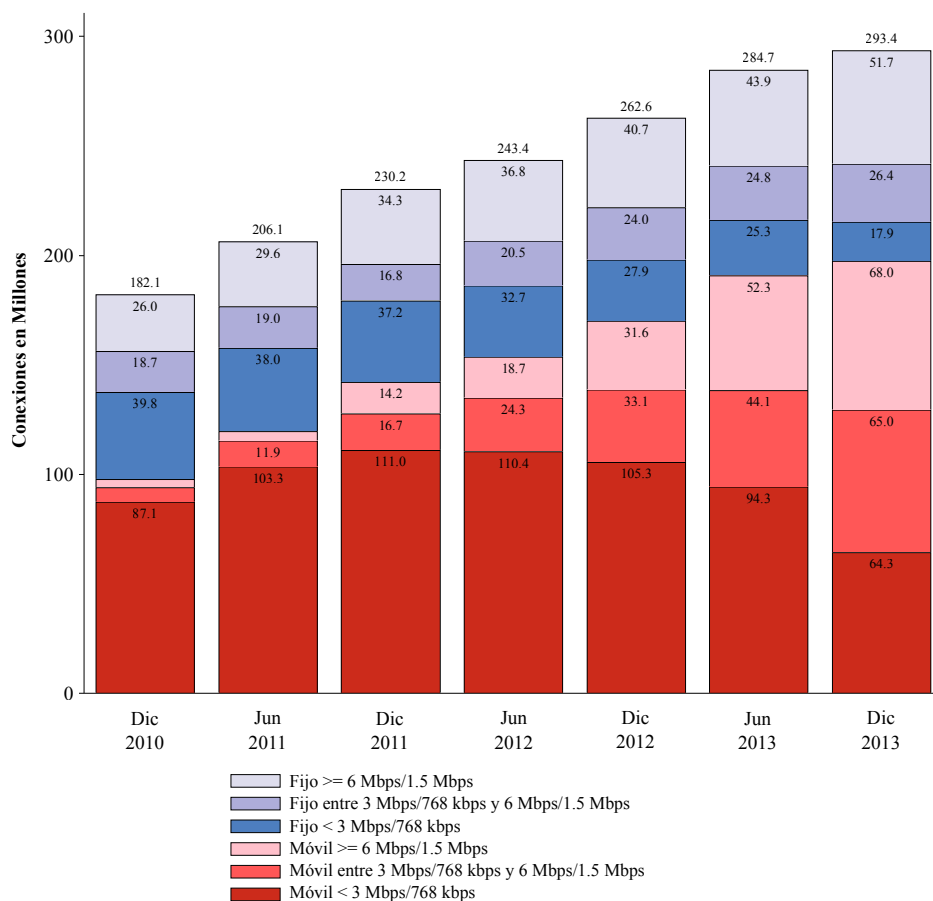


Figura 3.13: Conexiones a Internet fijas y móviles por velocidad 2010-2013. El gráfico incluye conexiones residenciales y comerciales. Para diciembre de 2013 30 % fueron conexiones residenciales fijas, 3 % conexiones comerciales fijas, 54 % conexiones móviles a subscriptores no comerciales y 13 % conexiones móviles a subscriptores comerciales[10, Figura 1].

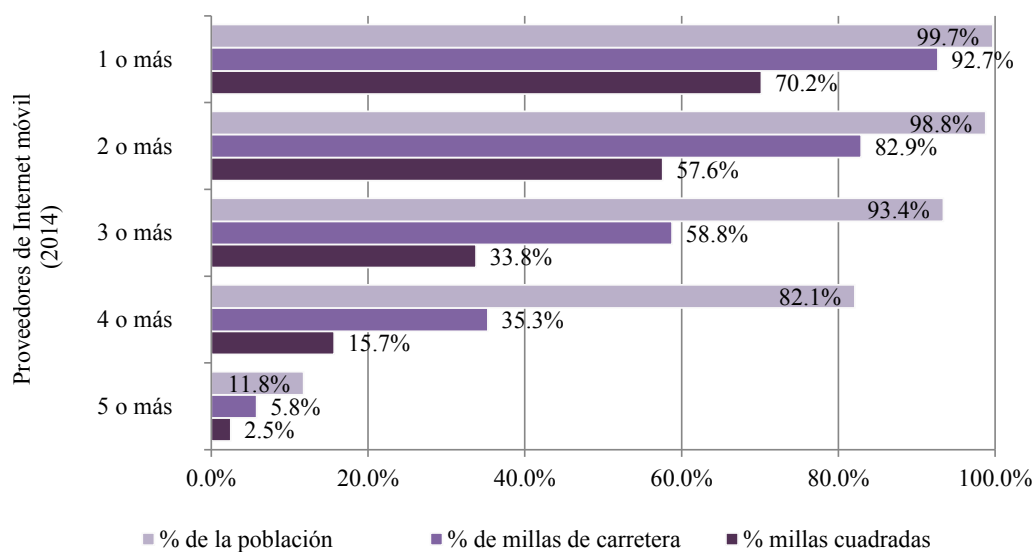


Figura 3.14: Porcentaje de población que vive en zonas de censo, carreteras y millas cuadradas con acceso a 0, 1, 2, 3, 4, 5 o más proveedores de Internet móvil en enero de 2014[11, Gráfico III.A.2].

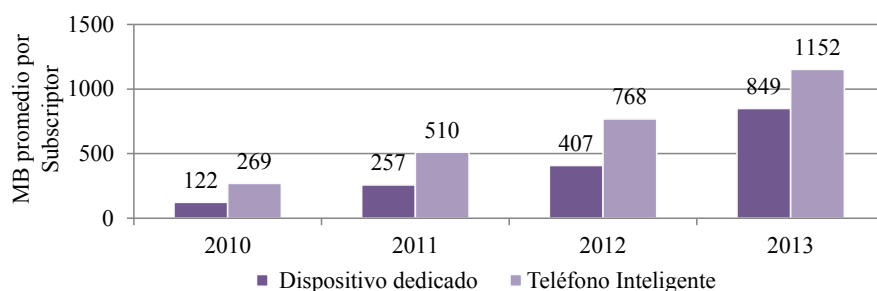


Figura 3.15: Uso en MB de datos móviles por subscriptor en el periodo 2010 - 2013[11, Gráfico III.C.2].

de censo, y el 93,4% tiene acceso a tres o más proveedores del servicio, como se puede ver en la Figura 3.14, dejando a solo 0,3% sin cobertura de ningún proveedor. El 70,2% del territorio estadounidense tiene cobertura por lo menos de un proveedor.

El auge de los teléfonos inteligentes también ayuda a la industria, ya que se han convertido en un medio importante para el acceso al servicio frente a dispositivos dedicados, como son los modems USB (Figura 3.15), poniendo el uso promedio de 1,1 GB por subscriptor. Esto también se debe a que los teléfonos inteligentes pueden ser utilizados como puerta de enlace a Internet para otros dispositivos como computadores portátiles, tablets, etc.

Estados Unidos es un mercado que evoluciona con velocidad, las tecnologías de más rápido acceso crecen de manera acelerada, permitiendo a sus usuarios un mejor acceso a los servicios que requieran. Las operadoras también ayudan a que los usuarios opten por utilizar las redes de telefonía celular para el acceso a Internet, con planes de acceso ilimitado y costos que disminuyen cada año[36].

De igual manera al ser un mercado propicio para los teléfonos inteligentes, cada vez son más los usuarios que tienen acceso a un equipo que presta velocidades de conexión mayores, y con la tendencia de LTE[36], más terminales con capacidad de conexión a esta red están poblando el mercado. Así se registro el año 2013, donde más del 90% de ventas de dispositivos fueron teléfonos inteligentes[37].

Se debe tomar en cuenta que la economía de Estados Unidos no es igual a la de

los países analizados anteriormente y que muchas de las industrias de telecomunicaciones aprovechan la dinámica del mercado para probar nuevas tendencias, tecnologías y servicios que resultan en un beneficio para los consumidores, y debido a que Internet es una herramienta de uso cotidiano, el disponer de un fácil y rápido acceso mediante un terminal móvil, abre muchas puertas para la innovación en los campos sociales, tecnológicos, salud, comunicación, etc[11].

3.4. Conclusiones

Las políticas de regulación y control del acceso a Internet son diferentes en cada país. Aunque en ciertos casos llegan a diferir bastante, todas persiguen el mismo objetivo, garantizar la calidad de servicio para el usuario final. Comparando las legislaciones de los tres países analizados, se puede ver que el nivel de desarrollo general de cada país se evidencia en la calidad de su legislación.

Si bien todas las regulaciones persiguen fines similares, ciertos tipos de regulación han fomentado mayores desarrollos que otros. Una gran diferencia que vale recalcar, es la descrita entre el marco regulatorio colombiano y el español. El primero se describe como un marco regulatorio bastante estricto para el control de calidad de servicio, tanto por acceso fijo como móvil, dejando al estado la decisión de límites de calidad e indicando a las operadoras como deben garantizar los mismos. En cambio, el estado español ha trabajado para tener la mínima influencia en el desarrollo del mercado de telecomunicaciones, limitándose a establecer las políticas necesarias para garantizar un buen servicio a su comunidad. Estos hechos se han visto evidenciados en el desarrollo de los mercados de telecomunicaciones en cada país. Como se pudo observar en el presente capítulo, España cuenta con un mayor índice de penetración en cuanto a acceso a Internet de banda ancha, las tecnologías desplegadas brindan mayores velocidades, y la cobertura alcanza la mayor parte del territorio nacional. En el caso de Colombia, el desarrollo ha sido menor y todavía quedan regiones en donde no se garantiza un acceso a Internet de calidad.

El caso más claro de libre mercado es Estados Unidos, donde no existe ningún control en cuanto a la calidad de los servicios prestados. El mercado se autoregula con la competencia entre los proveedores del servicio, que buscan aumentar su



base de usuarios mediante la prestación de servicios de calidad, a bajos costos y siempre buscando tener su propia identidad. Debido a esto, los usuarios estadounidenses se benefician de servicios de alta calidad, con amplia cobertura y de tecnología que está en constante evolución. El único acercamiento a una regulación del acceso a Internet es la ley “*Open Internet*”, y que al ser un proceso que acaba de iniciar, se necesita de tiempo para analizar su impacto.



Capítulo 4

Sistema Autónomo de Control de Redes Móviles

4.1. Descripción General

El *Sistema Autónomo de Control de Redes Móviles (SAMM)*, como su nombre lo indica, es el sistema empleado actualmente por la [SUPERTEL](#) para el monitoreo y control del *Servicio Móvil Avanzado (SMA)* prestado por las empresas OTECEL S.A., CONECEL S.A. y CNT E.P. en todo el país.

En la Figura 4.1 se muestra el esquema del SAMM. El Sistema cuenta con un servidor principal, con su propia base de datos y servidor [FTP](#). A su vez, se cuenta con los *Remote Test Unite (RTU)* que son dispositivos remotos que se encuentran localizados en las principales ciudades del país, y son los encargados de realizar las mediciones respectivas y reportarlas al servidor, que a su vez las guardará en la base de datos. El servidor [FTP](#) funciona como intermediario para guardar los reportes. Las mediciones realizadas por los [RTU](#) son guardadas y registradas en *logfiles* en la base de datos. La Figura 4.2 muestra el esquema lógico del sistema.

Cada [RTU](#) es un ordenador que cuenta con 4 chips [GSM](#) que actúan como móviles de cada una de las 3 operadoras del país, y uno más que sirve para enviar las mediciones hacia el servidor. La administración del sistema es llevada por técnicos de la [SUPERTEL](#). El servidor se encuentra conectado en la intranet de la [SUPERTEL](#), para acceder al sistema es necesario un usuario administrador

SYSTEM OVERVIEW

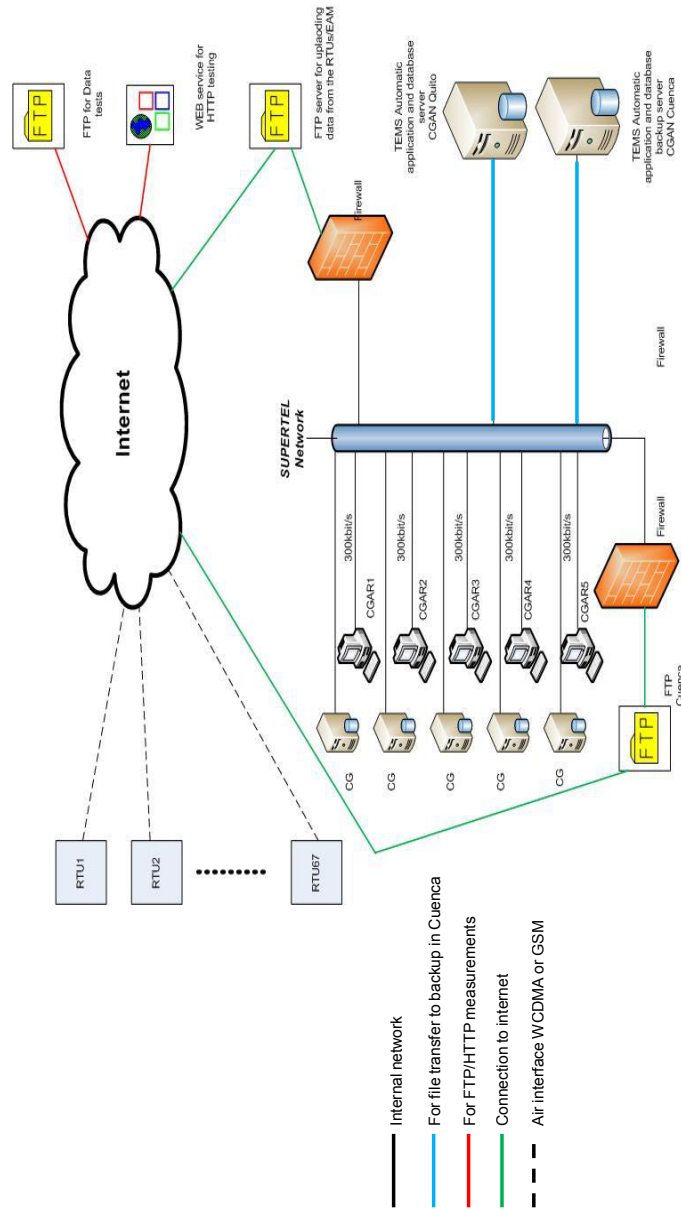


Figura 4.1: Esquema General del SAMM[12]

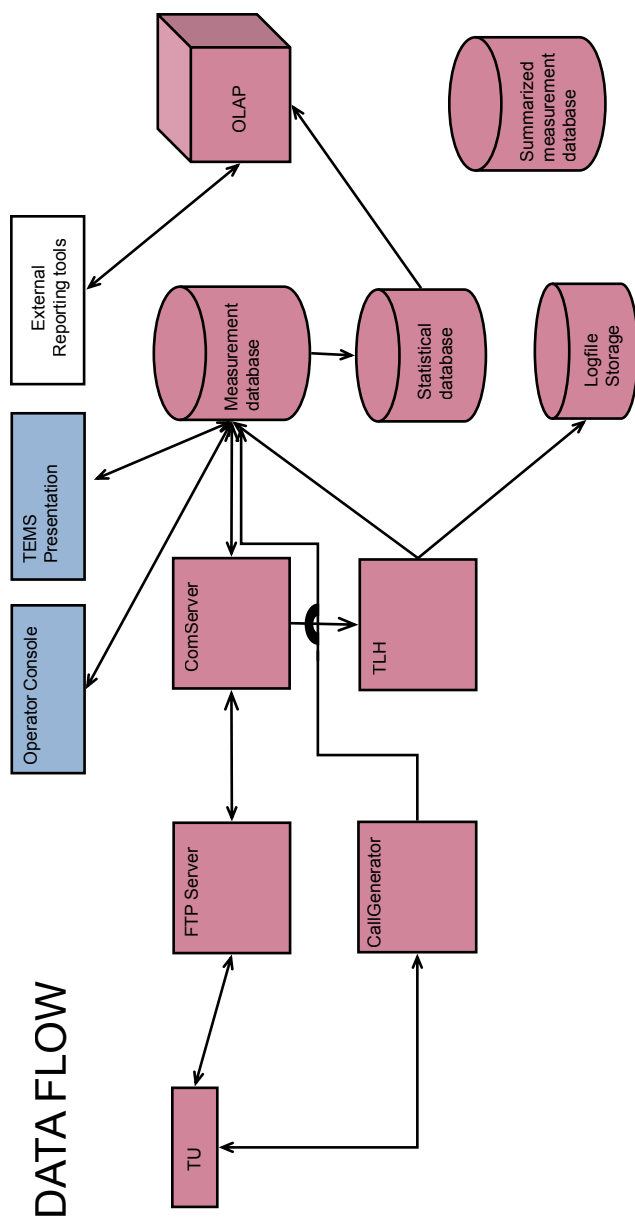


Figura 4.2: Esquema Lógico del SAMM[12]

y una contraseña. Este acceso se puede realizar desde cualquier instancia de la [SUPERTEL](#) a nivel nacional.

La realización del control, se rige en los parámetros de calidad para el [SMA](#), indicados por parte del [CONATEL](#). Estos índices de calidad, se limitan al servicio de voz y mensajes de texto. En cuanto al acceso a Internet, en la actualidad el sistema solo muestra mediciones, sin embargo, éstas no están apegadas a ningún parámetro legal indicado por el [CONATEL](#).

4.2. Órdenes de trabajo y mediciones

Una de las principales ventajas que ofrece el [SAMM](#) es la posibilidad de programar tareas para que sean realizadas automáticamente por los [RTU](#), estas tareas están en función de las guías de procedimiento elaboradas por la [SUPERTEL](#).

Estas órdenes de trabajo (*Work Order*) pueden ser configuradas remotamente mediante el software *Operator Console* propio del sistema. La orden de trabajo responde a las siguientes preguntas: ¿Qué mediciones debe realizar como tarea el [RTU](#)?, ¿Durante qué periodo debe realizarlo? y ¿Qué tan frecuentemente debe hacerlo?, todos estos parámetros son configurados dentro de una orden de trabajo para cada [RTU](#) en el software *Operator Console*.

Una orden de trabajo está compuesta por acciones y *triggers*. Ésta se puede configurar para tomar mediciones en modo pasivo o en modo activo. El modo pasivo no es utilizado. En modo activo, el [RTU](#) inicia varios servicios independientemente del que se vaya a usar. Se inician servicios tales como *Voz*, [FTP](#), [HTTP](#), *Ping* y el Modo de Espera (*Idle Mode*). Estos servicios se usarán en función de acuerdo a las acciones que indique la orden de trabajo. Las actividades que se vayan a realizar son generadas por el sistema automático **TEMS**. Estas actividades deben haber sido previamente configuradas.

Para cada orden de trabajo, el parámetro “*Work Order Interval*” gobierna la frecuencia de ejecución. Cada acción de la orden de trabajo indica el servicio que debe iniciarse para ser medido. Mientras no se ejecuta ninguna acción, el [RTU](#) se encuentra en Modo de Espera.

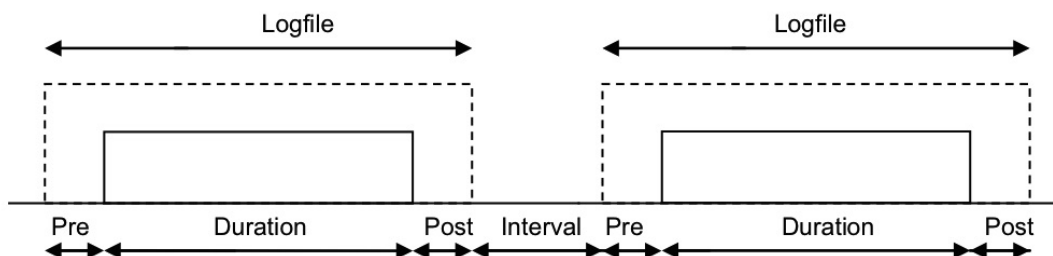


Figura 4.3: Tiempos de Pre y Post Guarda de Llamada

4.2.1. Tipos de acciones en modo activo

4.2.1.1. Idle

Modo de espera entre acciones. Puede durar entre 15 y 36000 segundos. Esta acción deriva en un *logfile* simple.

4.2.1.2. Voice call

Esta acción puede contener varias llamadas de voz. Cada llamada es grabada en un *logfile* diferente. Tiene varios parámetros a ser configurados:

- **Duration:** Duración de llamada.
- **Interval:** Intervalo entre llamadas.
- **No. of MO Calls:** Número de llamadas (1-9). Las llamadas de voz realizadas son siempre **MO** (*Mobile Originated*).
- **Pre guard time:** Cada llamada es precedida por un tiempo de pre-guarda que es incluido en el *logfile*. Este tiempo es utilizado para grabar parámetros de la red utilizados para establecer la llamada (10-20s).
- **Post Guard Time:** De forma similar, el tiempo post-guarda es un tiempo de espera al final de cada *logfile*, utilizado para capturar señales después de colgar la llamada (10-20s).

4.2.1.3. PS Data FTP

Esta acción es usada como prueba de conexión a un servidor **FTP**. Produce un *logfile* simple. Para su configuración se usa los siguientes parámetros:



- **Pre guard Time:** 10 - 20 seg
- **Post guard Time:** 10 - 20 seg
- **Guard Time:** Tiempo de espera entre las operaciones *get* y *put* de FTP.
- **FTP data node**
- **FTP mode**
- **FTP directory**
- **No. of files to get:** De 0 hasta 20
- **File name to get**
- **No. of files to put:** De 0 hasta 20
- **Size of file to put:** En Kilobytes. De 10 hasta 100000

4.2.1.4. PS Data HTTP

Esta acción es usada como prueba de conexión a un servidor [HTTP](#). Produce un *logfile* simple. Para su configuración se usa los siguientes parámetros:

- **Pre guard Time:** 10 - 20 seg
- **Post guard Time:** 10 - 20 seg
- **Guard Time**
- **Number of addresses**
- **HTTP data node:** Nodo destino. (1-10)

4.2.1.5. Ping

Esta acción es usada como prueba de conexión ping a un host especificado. Produce un *logfile* simple. Para su configuración se usa los siguientes parámetros:

- **Pre guard Time:** 10 - 20 seg
- **Post guard Time:** 10 - 20 seg
- **Guard Time:** Tiempo entre pings consecutivos. (0-10s)
- **Ping data node:** Nodo destino.
- **No. of ping attempts:** De 1 hasta 2000.

4.2.2. Trigger

Los *trigger* controlan bajo qué condiciones el RTU ejecutará la orden de trabajo. Los tipos de *trigger* disponibles son: *Date*, *Time* y *Days*. Todos los *trigger* son evaluados continuamente. Cuando el *trigger* cambia a FALSO, la medición en curso es terminada instantáneamente, y el *logfile* es cerrado y guardado.

4.3. Base de Datos

Todas las mediciones que realizan los RTU, así como los *logfile* que se generan de cada acción realizada, son administrados por el sistema *TEMS Logfile Handler* (TLH), propio del SAMM. Este sistema procesa y carga la base de datos *Measurement* con la información de los *logfile* generados por las unidades remotas. Los *logfile* como tales, son almacenados en la base de datos *Logfile Storage*.

Una vez cargadas las mediciones, el SAMM cuenta con una base de datos llamada *Summarized Measurement* la cual, como su nombre lo indica, es una base de datos sumariada que contiene vistas y tablas que sintetizan las mediciones almacenadas en *Measurement*. La base de datos sumariada es la que se utiliza para realizar consultas y generar los reportes de mediciones mensuales del SMA en todo el país. La estructura de la base de datos es confidencial, por lo que no será descrita en este documento.

4.4. Reportes

En cuanto al control del SMA a nivel nacional, la SUPERTEL realiza mensualmente reportes que indican las mediciones realizadas en el mes para cada una de las operadores del país. Con estas mediciones, se genera reporte el cual indica si la operadora ha respetado los parámetros contractuales de servicio y también indica los parámetros no contractuales para que sean tomados en consideración. El cuadro 4.1 indica los parámetros contractuales que están vigentes desde julio de 2014. El cuadro 4.2 indica los parámetros no contractuales que también son medidos e incluidos en el informe [13].

El SAMM por su propia cuenta, no genera los reportes de control necesarios.

Parámetro Contractual	Valor Objetivo
Porcentaje de llamadas establecidas	$\geq 96 \%$
Porcentaje de llamadas establecidas en menos de 12 segundos	$\geq 96 \%$
Porcentaje de caídas	$\leq 2 \%$
Porcentaje de SMS exitosos	$\geq 98 \%$
Tiempo de entrega de SMS	$\leq 20 \text{ seg}$
MOS DL	$\geq 3,3$

Tabla 4.1: Parámetros contractuales de calidad del SMA

Parámetro no Contractual	Valor Alcanzado
Porcentaje de pings exitosos	—
Porcentaje de HTTP fallidos	—
Throughput promedio en uplink	—
Throughput promedio en downlink	—

Tabla 4.2: Parámetros no contractuales de calidad del SMA

Estos deben ser elaborados usando la información generada por las unidades de medición y que se encuentra almacenada en la base de datos. Por ello la necesidad de conocer tanto la estructura de la base de datos, así como los parámetros contractuales que se necesita evaluar, así se puede establecer qué se necesita saber, y donde conseguirlo.

4.5. Diseño de Consultas

Se define al **Servicio de Reportes** como el servicio encargado de tabular la información en bruto almacenada en la base de datos y que es generada por el **SAMM** mediante el trabajo de medición constante por parte de los **RTU**. Con la información tabulada y presentada de manera eficaz, se puede realizar los análisis necesarios sobre el funcionamiento de las redes que fueron puestas en prueba. Como se mencionó anteriormente, el **SAMM** no cuenta con un Servicio de Reportes propio, por lo que existe la necesidad de diseñar uno acorde a las necesidades de la entidad. Para ello, es necesario por diseñar las consultas **SQL** para adquirir la información requerida para el análisis de control del **SMA**.

Toda la información necesaria se encuentra en la base de datos **Sumarizada**, en las tablas ya descritas anteriormente. Para realizar una consulta lo primero

que hay que hacer es autenticarse en la base de datos. Dada la configuración del [SAMM](#), la conexión a la base de datos desde cualquier instancia de la [SUPERTEL](#) se la realiza a través de su propia intranet, y ya que la base de datos es *SQL Server*, es necesario que el usuario a autenticarse sea un usuario oficial de cualquier *host* con Sistema Operativo Windows. Los permisos que se dan a estos usuarios son distintos, teniendo así permisos de lectura y escritura, o solo de lectura. De esta manera, con cualquier software que cuente con un conector [Open Database Connectivity \(ODBC\)](#) se puede realizar la conexión a la base de datos y realizar las consultas necesarias.

Una vez hecha la conexión a la base de datos, se arma la consulta [SQL](#) de cualquiera de las tablas descritas. La consulta nos devolverá los datos requeridos. Las consultas obedecen al tipo o tipos de prueba de las que se desean los resultados, a la localización o localizaciones en donde se realizaron estas pruebas, y al rango de fechas en las que se realizaron.

4.6. Recopilación de Datos

La recopilación de datos es parte importante en el proceso de generación de reportes y manejo de datos, ya que el [SAMM](#) no cuenta con un Servicio de Reportes propio, se necesita un tratamiento externo de la información de la base de datos para realizar cualquier análisis requerido. Consecuentemente, se hace necesaria una recopilación de datos correcta, que garantice la durabilidad de la información y facilite su manipulación. La conexión a la base de datos se dan comúnmente desde un *host* con el Sistema Operativo Windows, se puede recomendar el uso de Microsoft Office Excel, ya que es un software que cuenta con el conector de base de datos [ODBC](#), y con el mismo, el tratamiento de grandes cantidades de información es más simple. Además, con Microsoft Office Excel se puede filtrar la información de una manera mucho más práctica, así como generar gráficas y cuadros estadísticos mucho más fácil, gracias a al entorno visual intuitivo que posee.

Para el análisis de rendimiento del [SMA](#) en el Ecuador, bajo los parámetros contractuales establecidos con las operadoras, se plantea el uso de Microsoft Office Excel, para la recopilación de datos y posterior tratamiento de los mismos. El



software brinda facilidades para la conexión y consulta a la base de datos, así como para el almacenamiento de toda la información obtenida.

4.7. Conclusiones

En este capítulo se revisó la configuración y estructura del [SAMM](#), así como las funciones utilizadas para las pruebas de control en el país. El [SAMM](#) es un sistema versátil y con altas prestaciones, esto lo hace una herramienta de gran alcance para los objetivos del ente regulador. Sin embargo, una característica desfavorable es la falta de un Servicio de Reportes de calidad. La información en bruto no cumple el objetivo final de dar a conocer el desempeño de la red del operador. Con la implementación de un Servicio de Reportes óptimo, el [SAMM](#) cumpliría los requerimientos para asistir al organismo regulador en su labor de garantizar que el servicio de telecomunicaciones sea de calidad y accesible para la ciudadanía.

Capítulo 5

Análisis estadístico y propuesta técnica de parámetros de calidad

5.1. Clasificación y tratamiento de la información

Luego de haber analizado los diferentes tipos de regulación para acceso a Internet mediante redes de telefonía celular en otros países, se puede comenzar con el análisis de la información obtenida desde la base de datos. Esta información es descargada y guardada en un archivo plano, con los registros de las mediciones obtenidas y almacenadas en la base de datos.

Debido a la extensa información que contiene la base de datos, es necesario definir los aspectos más relevantes, para lograr una clasificación de datos productiva. La base de datos del [SAMM](#) guarda todas las mediciones de todos los servicios (llamadas de voz, [SMS](#), datos). En este caso, se utilizará únicamente la información concerniente a Transferencia de Datos sobre [SMA](#). Tomando en consideración las recomendaciones de la [ITU](#) y la [ETSI](#), así como de los estados del arte desarrollados, se ha decidido clasificar a la información en base a los siguientes aspectos:

- Por [RTU](#)
- Por Operador móvil

- Por tipo de prueba
- Por tecnología de acceso

La clasificación de todos los registros de mediciones obtenidos en base a estos cuatro aspectos, brinda la información necesaria para desarrollar un reporte estadístico. La clasificación comienza por [RTU](#) y operador móvil. Estos son los principales aspectos, ya que con ellos se define la región en dónde fueron hechas, y a qué operador móvil fueron hechas. Luego, es necesario conocer los tipos de prueba realizados, y finalmente, se considera la clasificación por tecnología de acceso, ya que también es un aspecto importante para el análisis, sobretodo para contrastar con los resultados de prueba que se pueda llegar a obtener.

Por [RTU](#): La clasificación de la información por [RTU](#) brinda información sobre la ubicación de la prueba, ya sea fija (En el caso de un [RTU](#) fijo en cierta ubicación) o móvil ([RTU](#) montado en un vehículo). En el nombre del [RTU](#) se indica la ciudad en la que se encuentra. Dependiendo de la zona, puede haber más de un [RTU](#) para alcanzar un mayor rango de cobertura de pruebas.

Por operador móvil: Clasificación indispensable, ya que el fin es evaluar a cada operador móvil vigente en el mercado.

Por tipo de prueba: Los tipos de pruebas a ser tomados en consideración serán los que indique la recomendación escogida. Estos pueden ser: ping, transferencias [FTP](#) o transferencias [HTTP](#).

Por tecnología de acceso: Considerando este aspecto, la clasificación nos da una referencia mucho más exacta sobre los resultados de las mediciones. En el caso de los operadores móviles del Ecuador, estas tecnologías pueden ser: [UMTS](#), [HSPA](#), [EDGE](#), etc.

Con la información clasificada, se puede realizar el tratamiento de la misma. La información es tratada con el objetivo de porcentualizar los resultados obtenidos. Vale recalcar, que no toda la información es porcentualizada, cierta información será tratada para obtener valores promedio, así como valores máximos y mínimos. De esta manera, se puede realizar un reporte con porcentajes sobre pruebas exitosas o pruebas fallidas, así como valores alcanzados. Además, con la ayuda de la clasificación y siguiendo las recomendaciones existentes, se

puede definir las mediciones válidas a ser consideradas, y la importancia de cada medición y resultado.

5.2. Datos Estadísticos

Según datos publicados por la [SENATEL](#), el año 2014 cerró con casi 5'000 000 de líneas activas de Internet móvil, llegando a una densidad de más de 30 % (Figura 5.2). De estas líneas la mayor parte son [GSM](#) con 14'326 918¹ de líneas activas para diciembre de 2014. Sin embargo, tecnologías como [HSPA+](#) están creciendo y con la implementación de [LTE](#) se espera una mejora de los estándares de calidad de acceso a Internet mediante [SMA](#) (Figura 5.1).

En lo que respecta al control que realizaba la [SUPERTEL](#), ejecutado actualmente por la [ARCOTEL](#), se realizaban pruebas sobre el acceso a datos mediante [SMA](#)[38]. Estas pruebas son las siguientes:

- **Porcentaje de Ping exitosos:** pruebas realizadas al servidor de *www.google.com*.
- **Porcentaje de HTTP fallidos:** pruebas realizadas al servidor *www.google.com*.
- **Throughput en uplink (FTP):** mediciones de velocidad de subida realizadas al servidor [FTP](#) de pruebas del [SAMM](#).
- **Throughput en downlink (FTP):** mediciones de velocidad de bajada realizadas al servidor [FTP](#) de pruebas del [SAMM](#).

Estos parámetros no son contractuales, por lo tanto, las operadoras no tienen que cumplir con un valor mínimo para las mediciones. Sin embargo, la [SUPERTEL](#) ubica varios [RTU](#) en distintas áreas donde se realizan las pruebas de los parámetros contractuales, y se toma ventaja de esto, para realizar pruebas del acceso a Internet. En caso de que el análisis de los datos muestre un comportamiento anormal de la red, se remite el informe correspondiente para consideración de la operadora.

Estos [RTU](#) no permanecen en una misma ubicación durante un periodo largo de tiempo. Si en varios meses, no se detecta un problema con la red en una ubicación en específico, se cambia la ubicación del equipo a otra área. Esto con

¹Tomado del Informe “Abonados por Empresa por Tecnología (2001-Actualidad)” del portal de la [SENATEL](#).

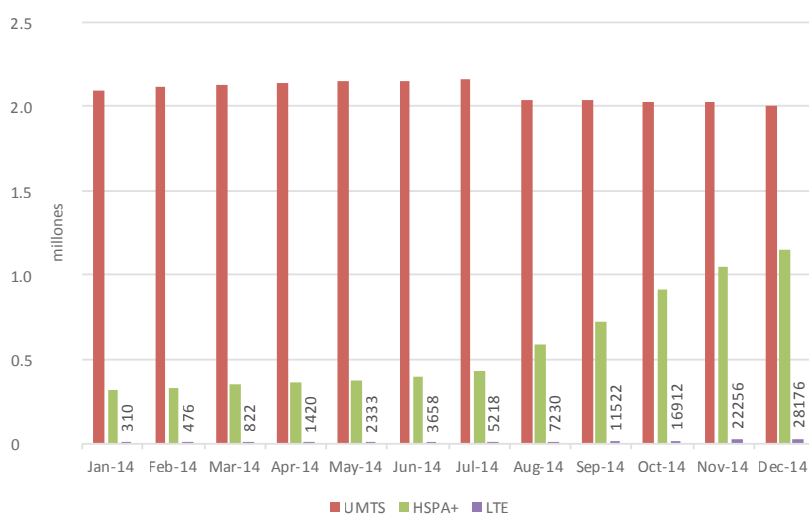


Figura 5.1: Líneas de Internet móvil activas en Ecuador a diciembre de 2014[13].

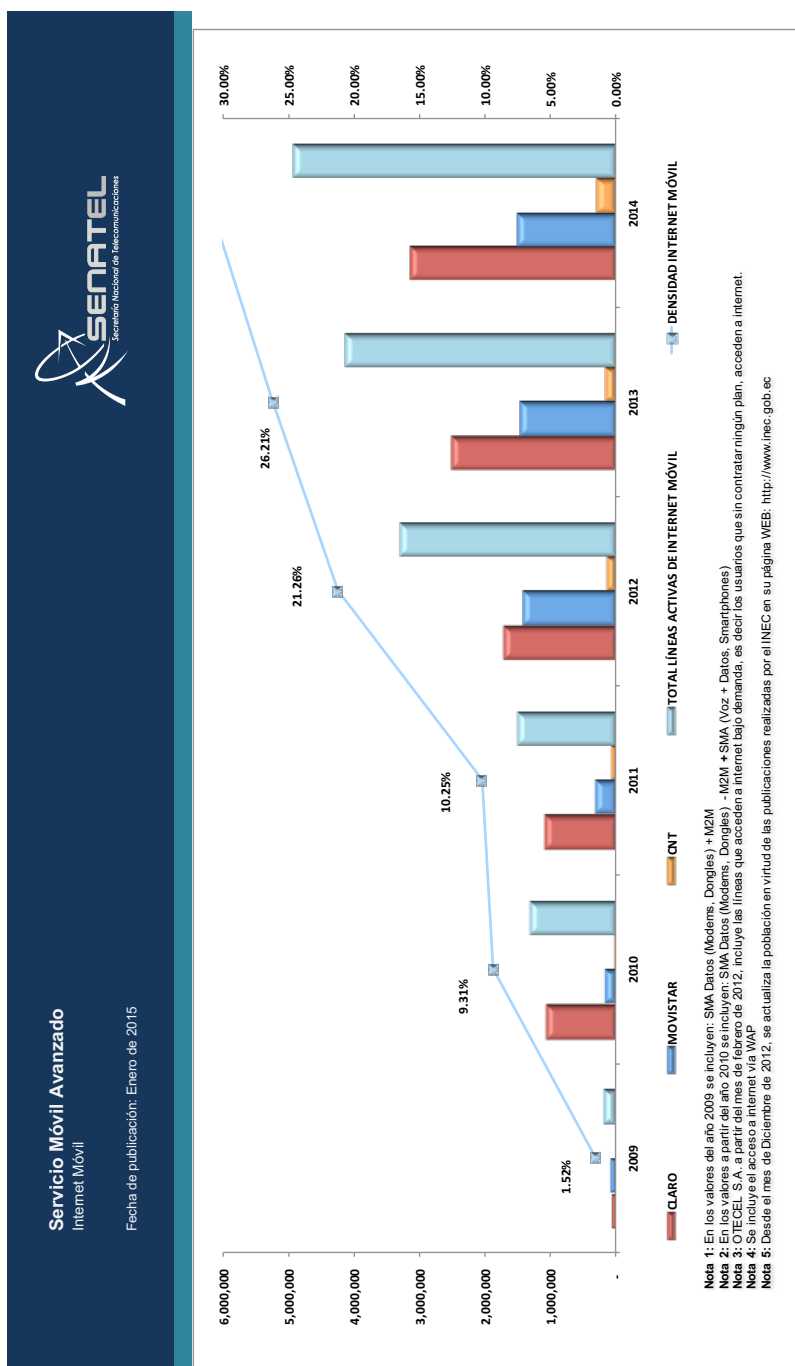


Figura 5.2: Internet móvil en Ecuador a enero de 2015[13].



el fin de realizar pruebas en un área extensa debido a la poca disponibilidad de equipamiento. Debido a ésto, no se dispone de una amplia cantidad de mediciones referentes a un sector en específico.

Con el fin de conocer el estado del servicio de acceso a Internet, se han recopilado datos de las mediciones que realizó la [SUPERTEL](#) de enero a diciembre de 2014[38]. Estas mediciones se encuentran publicadas en los informes que emitió la entidad, y los que serán analizados son de las ciudades: Quito, Cuenca y Quevedo. Se ha considerado estas ciudades ya que son las que cuentan con mayor cantidad de resultados de mediciones, y además han seguido un mismo tipo de pruebas en cada una de sus intendencias correspondientes. Con el fin de mantener la confidencialidad de las operadoras no se les llamará por su nombre y se les denominará como: Operadora A, Operadora B y Operadora C.

En estos informes realizados por la [SUPERTEL](#) no se especifica la tecnología de acceso que se usó para realizar las mediciones. Los únicos informes que hacen alguna diferenciación son los de la ciudad de Quito, que hacen referencia a [GSM](#) o [WCDMA](#), pero solo en los informes de los últimos meses.

5.2.1. Pruebas de ping exitosas

En la Figura 5.3 se revisarán las mediciones de pruebas de ping para la ciudad de Quito. Se observa que han ocurrido problemas con la operadora C, en el mes de julio, y con la operadora A en el mes de agosto, con porcentajes menores a 90 %. En el mes de mayo, la operadora B también presentó fallos.

En la ciudad de Quevedo se tiene un problema de acceso al servicio. Las mediciones indican que más de un 40 % de los intentos han fallado y estos problemas se ven reflejados en todas las mediciones como se indicarán en las secciones siguientes. La operadora B es la que ha presentado un bajo rendimiento en la ciudad y se deberían realizar informes más detallados para conocer las posibles causas (Figura 5.4).

Finalmente, en la ciudad de Cuenca se ve un excelente rendimiento de las operadoras A y C, superando el 90 % de pruebas exitosas. La operadora B tiene hasta casi un 30 % de pruebas fallidas y como se verá más adelante [HTTP](#) también se ve afectado (Figura 5.5).

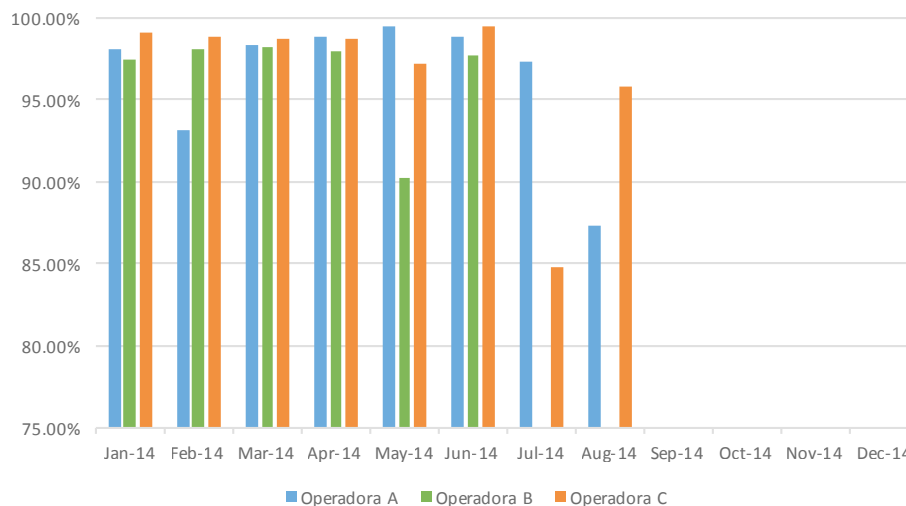


Figura 5.3: Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora en la ciudad de Quito.

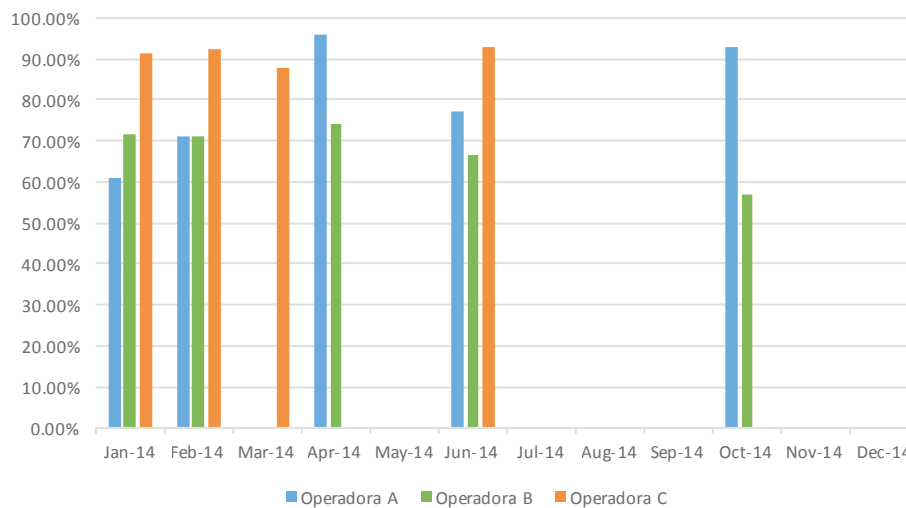


Figura 5.4: Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora en la ciudad de Quevedo.

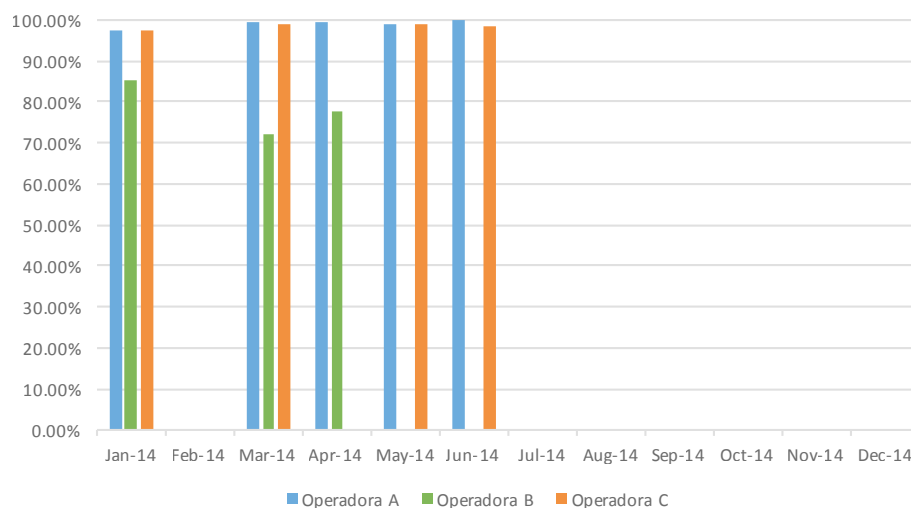


Figura 5.5: Porcentaje de pruebas Ping exitosas de cada operadora para la ciudad de Cuenca.

5.2.2. Pruebas de acceso HTTP fallidas

Las pruebas diseñadas por la [SUPATEL](#) usan el mismo servidor (www.google.com) para mediciones de acceso [HTTP](#) y solicitudes ping, debido a esto se pueden esperar resultados similares entre estas mediciones. En la ciudad de Quito la operadora C tiene más del 20 % de pruebas fallidas, lo que indica una deficiencia para establecer la conexión con el servidor de pruebas (Figura 5.6).

En la ciudad de Quevedo es donde se puede observar con mayor claridad la relación entre las pruebas de ping y las de acceso [HTTP](#) (Figura 5.7). Los meses en los que se obtuvieron mediciones bajas de pruebas ping, son los mismos que presentan problemas en el acceso [HTTP](#). Esta información permite, al ente de control y a la operadora, realizar el análisis respectivo para determinar por qué la red tiene problemas al acceder al servidor de pruebas (www.google.com).

El acceso a [HTTP](#) se mantiene en óptimas condiciones para las operadoras en la ciudad de Cuenca (Figura 5.8), disminuyendo las pruebas fallidas durante todos los meses que se realizaron las mediciones.

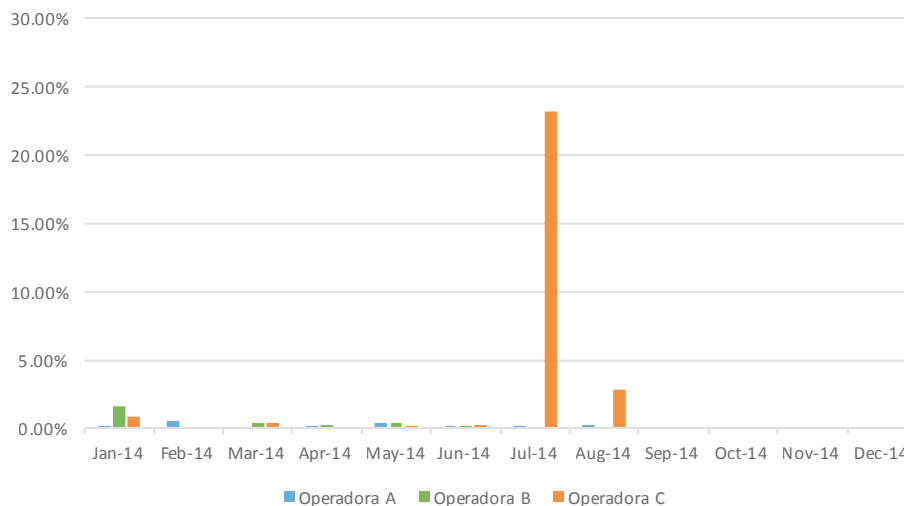


Figura 5.6: Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Quito.

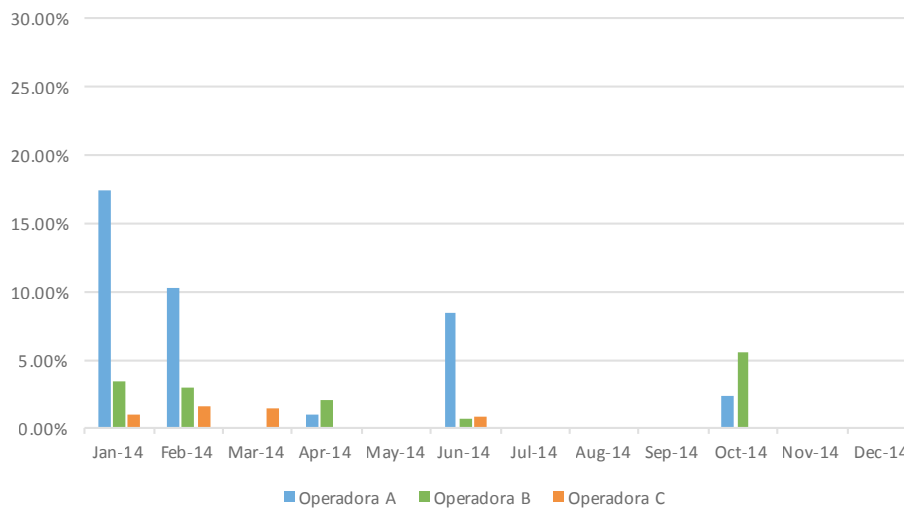


Figura 5.7: Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Quevedo.

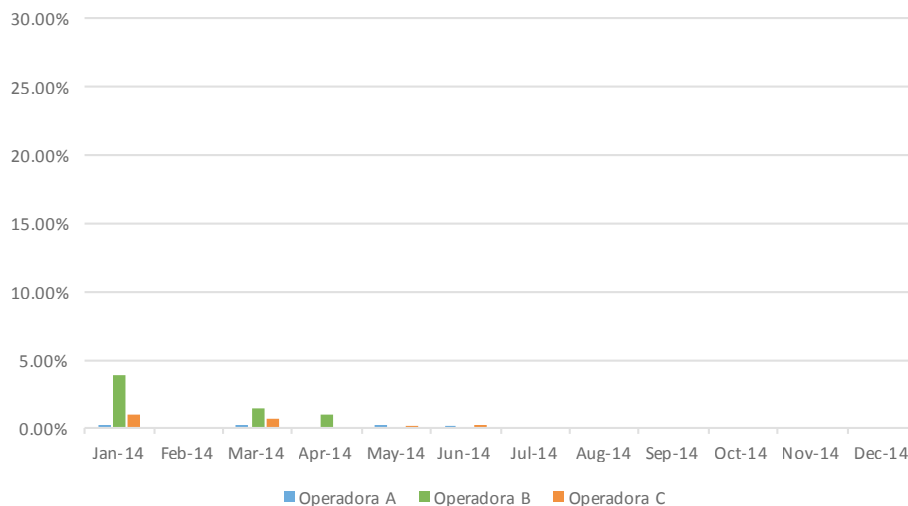


Figura 5.8: Porcentaje de pruebas HTTP fallidas de cada operadora para la ciudad de Cuenca.

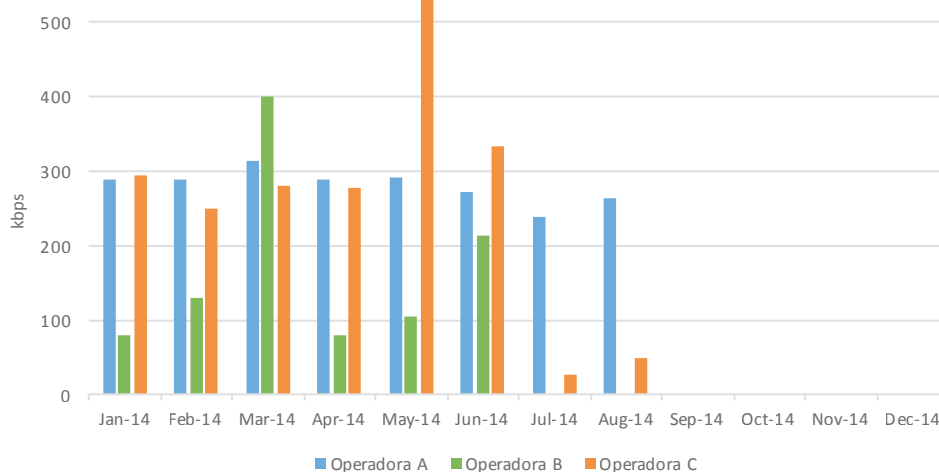


Figura 5.9: Velocidad de subida de FTP de cada operadora para la ciudad de Quito.

5.2.3. Pruebas de velocidad de subida y de bajada de datos mediante FTP

Los resultados de las mediciones realizadas para el acceso a [FTP](#) muestran que en Quito y Cuenca las velocidades de transferencia llegan alrededor de 300 *kbps*

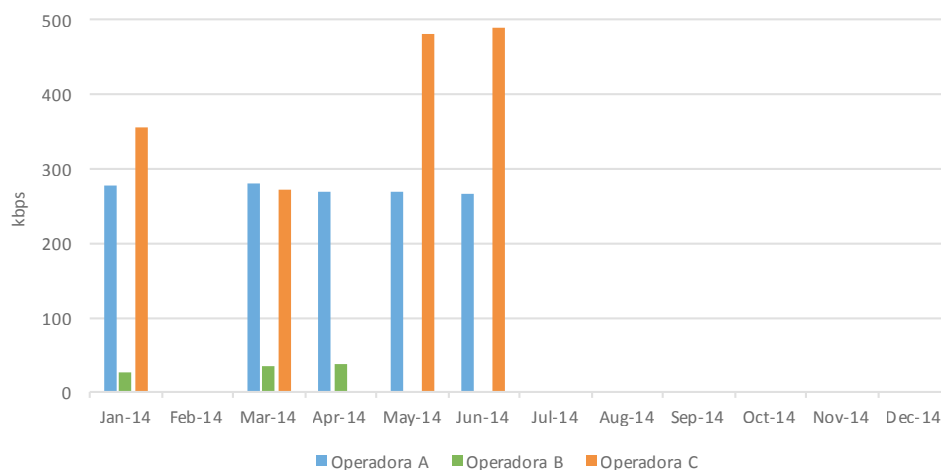


Figura 5.10: Velocidad de subida de FTP de cada operadora para la ciudad de Cuenca.

para la subida de datos (Figura 5.9 y Figura 5.10) y cerca de 1500 *kbps* de bajada. El operador C tuvo un mejor desempeño llegando hasta 2000 *kbps* de bajada (Figura 5.11 y Figura 5.12).

En la ciudad de Quevedo, el acceso a [FTP](#) presenta velocidades promedio de 800 *kbps* en la bajada y 150 *kbps* en la subida. La operadora C es la que mejor desempeño mostró, sin embargo en comparación con la calidad de servicio de Quito y Cuenca, se requiere de la atención de los operadores para mejorar.

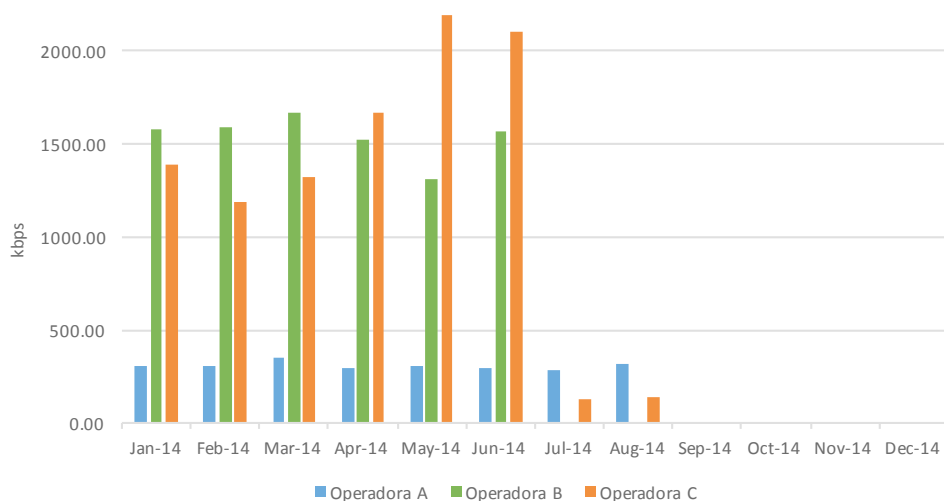


Figura 5.11: Velocidad de bajada de FTP de cada operadora para la ciudad de Quito.

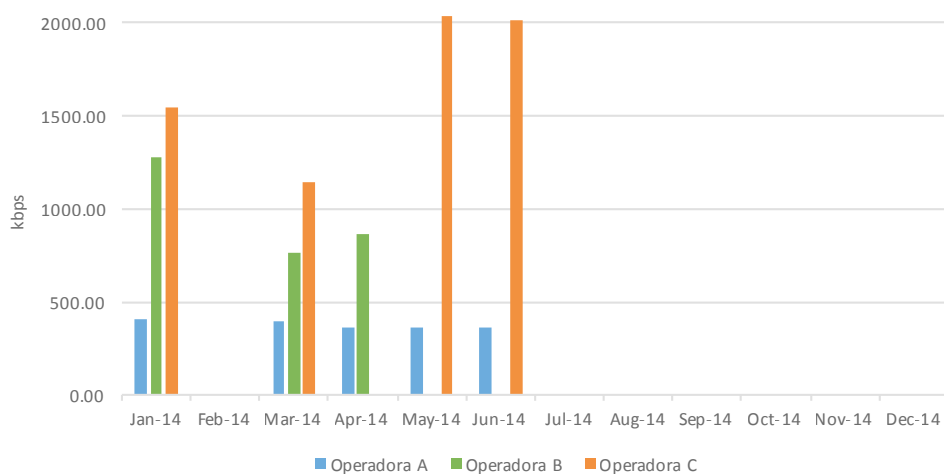


Figura 5.12: Velocidad de bajada de FTP de cada operadora para la ciudad de Cuenca.

5.3. Análisis

La información que se recopila actualmente mediante el [SAMM](#), no permite un análisis completo del estado técnico del acceso a Internet mediante [SMA](#). Las razones principales son las siguientes:

- No existe una medición continua de una sola ubicación. Al no tener suficiente información del servicio, ni el operador, ni el usuario, ni el ente de control, podrán conocer con certeza el desempeño de la red de un operador.
- Las mediciones no distinguen la tecnología de acceso. Debido a esto, no se puede establecer si una baja velocidad de transferencia se debe a un problema de la conexión o una limitación de la tecnología.
- Al no tener un análisis más profundo del tipo de errores que ocurren en las pruebas de Ping y [HTTP](#), no se puede establecer concretamente por qué no se completó la prueba. Por ejemplo, en el caso de que el [RTU](#) haya cancelado la prueba, no se puede visualizar esta información de manera inmediata, dando como resultado un acceso fallido. Debido a esto, se podría pensar que es un error de la red, cuando en realidad es una falla del equipo de medición.
- Las pruebas de [HTTP](#) y Ping se realizan a un servidor comercial. En caso de que el servidor se encuentre fuera de línea, o que el [DNS](#) no pueda resolver la dirección [IP](#), la medición dará un acceso fallido. En este caso, no es necesariamente un problema del operador de la red, sino puede ser un problema del servidor al que se desea acceder.

Con el fin de obtener información que permita determinar el acceso al servicio, se deben diseñar nuevas pruebas y definir nuevos parámetros que permitan entender el desempeño de la red que se desea analizar. De esta manera, se puede determinar las mejoras que el operador puede implementar a su red, así como las fallas a corregir. Además, no se debe descartar fallos en el sistema de medición. Por ello, se deben programar revisiones periódicas a los [RTU](#) y pruebas de acceso a los servidores que son utilizados para realizar las mediciones.

Esto es necesario ya que el acceso a Internet mediante [SMA](#) está en constante crecimiento, donde el acceso a servicios como redes sociales, portales de noticias, mensajería y correo electrónico, son parte del desarrollo tecnológico del país.

5.4. Parámetros propuestos

Los parámetros propuestos están basados en la norma ETSI TS 102 250-2 v2.3.1 de agosto de 2014, y los perfiles de medición de la norma ETSI TS 102 250-5 v2.4.1 de junio de 2013. Si bien estos parámetros son idénticos a los de la recomendación E.804, se ha decidido usar los documentos de la [ETSI](#) debido a que su publicación es más reciente.

Los parámetros propuestos son los siguientes:

Tiempo de respuesta a Ping: tiempo en milisegundos requerido por un paquete para ir de un origen hacia un destino y volver. Para la medición de este parámetro el servicio ya debe estar iniciado.

$$[ms] = (t_{Paquete\ recibido} - t_{Paquete\ enviado}) \quad (5.1)$$

El punto de activación de la medición es cuando se envía la petición [Internet Control Message Protocol \(ICMP\)](#), y el punto de fin cuando se recibe la respuesta [ICMP](#).

Porcentaje de fallas de accesos al servicio [HTTP](#): es la tasa entre las sesiones sin completar y las sesiones que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{Sesiones\ sin\ completar}{Sesiones\ iniciadas\ exitosamente} \times 100 \quad (5.2)$$

El punto de activación de la medición es cuando el subscriptor envía la petición de conexión a un servidor, si no se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

Tasa de transferencia de datos [HTTP](#): describe la tasa de transferencia media medida durante toda la conexión al servicio si la transferencia fue completada exitosamente.

$$[kbps] = \frac{Datos\ transferidos\ del\ usuario\ [kb]}{(t_{Transferencia\ de\ datos\ completada} - t_{Transferencia\ de\ datos\ iniciada})\ [s]} \times 100 \quad (5.3)$$

El punto de activación de la medición es cuando el contenido empieza a transferirse y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido

completada.

Porcentaje de fallas de accesos al servicio de bajada FTP: es la tasa entre las sesiones de bajada sin completar y las sesiones que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Sesiones sin completar}}{\text{Sesiones iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (5.4)$$

El punto de activación de la medición es cuando el subscriptor inicia la bajada del archivo, si no se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

Porcentaje de fallas de accesos al servicio de subida FTP: es la tasa entre las sesiones de subida de datos sin completar y las sesiones que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Sesiones sin completar}}{\text{Sesiones iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (5.5)$$

El punto de activación de la medición es cuando el subscriptor inicia la subida del archivo, si no se llegan a enviar todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

Tasa de transferencia de bajada de datos FTP: describe la tasa de transferencia de bajada media, medida durante toda la conexión al servicio, si la transferencia fue completada exitosamente.

$$[kbps] = \frac{\text{Datos transferidos del usuario [kb]}}{(t_{\text{Transferencia de datos completada}} - t_{\text{Transferencia de datos iniciada}}) [s]} \times 100 \quad (5.6)$$

El punto de activación de la medición es cuando el contenido empieza a descargarse, y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido completada.

Tasa de transferencia de subida de datos FTP: describe la tasa de transferencia de subida media, medida durante toda la conexión al servicio si la transferencia fue completada exitosamente.

$$[kpbs] = \frac{\text{Datos transferidos del usuario [kb]}}{(t_{\text{Transferencia de datos completada}} - t_{\text{Transferencia de datos iniciada}}) [s]} \times 100 \quad (5.7)$$

El punto de activación de la medición es cuando el contenido empieza a cargarse y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido completada.

La medición de estos parámetros se realizará para cada tecnología disponible en cada área en donde se requiera analizar el QoS. De esta manera, se definirá el desempeño del acceso a Internet mediante SMA para las tecnologías disponibles en el Ecuador (GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, HSPA+, LTE).

Estas pruebas se realizarán manteniendo el esquema de funcionamiento del SAMM debido a que cumple con la norma ETSI TS 102 250-5 v2.4.1. El acceso al servidor de pruebas será mediante la dirección pública IP, al cuál se direccionarán las pruebas Ping, y contará con un servicio HTTP y FTP. En el servicio HTTP se debe publicar la versión Kepler de la página web estática que se indica en la recomendación¹. De igual manera, se utilizará un servicio FTP exclusivo para las pruebas de acceso.

Además, con el fin de garantizar el acceso al servicio a Internet, se deben realizar pruebas HTTP a dos servidores públicos, www.google.com y www.arcotel.gob.ec. De esta manera, se determinará el tiempo de acceso a servidores públicos en Internet, así como el correcto funcionamiento del DNS utilizado por el operador.

5.5. Conclusiones

Los parámetros de calidad establecidos permiten al ente de control conocer el estado del acceso a los servicios. Éstos deben reportarse de acuerdo a la tecnología de acceso, ya que la interpretación de mediciones está sujeta a las capacidades técnicas de cada tecnología. Además, es importante la publicación de las mediciones de los parámetros propuestos, para que el usuario pueda obtener información

¹Disponible en el enlace <http://portal.etsi.org/TBSiteMap/STQ/HTMLReferenceWebPage.aspx>



constante del estado de un servicio. De esta manera, todos los proveedores del servicio aportarían al desarrollo de un mercado libre, en base a la competencia por brindar servicios de alta calidad, a precios justos con acceso para todos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867

Capítulo 6

Automatización del reporte de control de servicio de acceso a Internet mediante SMA

6.1. Descripción de proceso de generación de informes de control de SMA

Una de las funciones de la [SUPERTEL](#) es el control del [SMA](#). Todas las intendencias y delegaciones regionales llevan a cabo esta tarea en sus respectivas jurisdicciones. El control del [SMA](#) se lo realiza de manera mensual, con la emisión de un informe técnico por cada operadora, en el que se detalla las mediciones realizadas sobre la red móvil y los resultados obtenidos.

La [SUPERTEL](#), hace pruebas sobre 3 tipos de servicios: llamadas de voz, mensajes de texto y servicio de datos. Para realizar las pruebas y mediciones del [SMA](#), cada intendencia y delegación regional realiza un plan de trabajo para los [RTU](#). Este plan es realizado mensualmente y en él se detallan el comportamiento de los [RTU](#), principalmente, los vínculos de trabajo entre sí. Un ejemplo de esta planificación se muestra en la Figura 6.1 y se la denomina **Matriz de Trabajo**.

La matriz de trabajo indica principalmente los nombre de los [RTU](#) así como su ubicación. Además, se detalla los números telefónicos de las tarjetas [SIM](#) que se encuentran en cada [RTU](#). Se tiene una tarjeta [SIM](#) por cada operadora. Así

RTU 1	SMAR01-FA69523					SAZ001-FA87915	
	EERSSA (Alamor- Provincia Loja)					CNT EP (Azogues - Provincia Cañar)	
	0985035175	Completo MS Default Claro IRS				0985025584	Llamadas MT MS Default Claro IRS
	0984663653	Completo MS Default Movistar IRS				0984665958	Llamadas MT MS Default Movistar IRS
	0996766635	Completo MS Default CNT IRS				0996766669	Llamadas MT MS Default CNT IRS
RTU 3	SZAM01-FD74860					SCUE07-FC87815	
	EERSSA (Gualaquiza - Provincia Morina Santiago)					UPS (Cuenca - Provincia Azuay)	
	0985035027	Completo MS Default Claro IRS				0985034532	Llamadas MT MS Default Claro IRS
	0984569533	Completo MS Default Movistar IRS				0984140892	Llamadas MT MS Default Movistar IRS
	0996766621	Completo MS Default CNT IRS				0996766624	Llamadas MT MS Default CNT IRS
RTU 5	SMAC01-FR85533					SCUE01-FC69329	
	RAPID RED (Macas - Provincia Morona Santiago)					CTS (Cuenca - Provincia Azuay)	
	0985025548	Completo MS Default Claro IRS				0985034780	Llamadas MT MS Default Claro IRS
	0984665424	Completo MS Default Movistar IRS				0984539864	Llamadas MT MS Default Movistar IRS
	0996766665	Completo MS Default CNT IRS				0996766630	Llamadas MT MS Default CNT IRS
RTU 7	SLOJ01-FD25869					SLOJ03-FD87825	
	Fybeca (Loja Centro - Provincia Loja)					SUPERTEL (Loja Sur - Provincia Loja)	
	0985035119	Completo MS Default Claro IRS				0985035059	Llamadas MT MS Default Claro IRS
	0984663573	Completo MS Default Movistar IRS				0984663297	Llamadas MT MS Default Movistar IRS
	0996766633	Completo MS Default CNT IRS				0996766637	Llamadas MT MS Default CNT IRS

Figura 6.1: Matriz de Trabajo

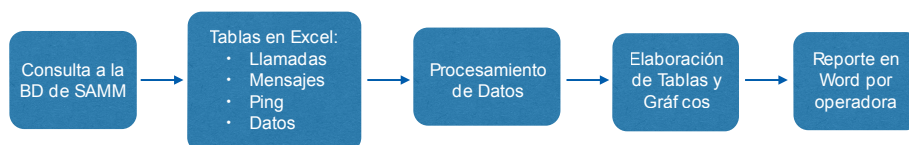


Figura 6.2: Generación de informes mensuales de control de SMA

mismo, la matriz de trabajo indica la orden de trabajo asignada a cada número. Una vez definida esta matriz, se realiza las pruebas y mediciones durante todo el mes, generando la información necesaria que luego es utilizada para realizar el informe de control.

Toda la información que se detalla en los informes mensuales, es el resultado de un proceso de adquisición, análisis, tabulación y presentación de resultados en base a la información que se obtiene de la base de datos del SAMM. En la Figura 6.2 se muestra el diagrama de bloques del proceso de generación de estos informes mensuales.

El proceso de generación de los informes de control comienza con una consulta directa a la base de datos, la cual devuelve 4 tablas de resultados que se encuentran agrupadas según el tipo de servicio, estas tablas son: Llamadas, Mensajes,



Figura 6.3: Procesamiento de Datos

Ping y Datos. El procesamiento y tabulación de resultados se realiza en Microsoft Office Excel. El objetivo de realizar las tablas y gráficos estadísticos es mostrar el desempeño de la red para cada servicio. Para ello, el análisis de resultados se basa en los parámetros contractuales y no contractuales ya mencionados en el capítulo 4.

Una vez obtenidas las 4 tablas de resultados, se inicia el procesamiento de datos. La información se filtra por RTU, así se puede dar resultados de cada zona, dependiendo de la ubicación del RTU. Comúnmente, los RTU trabajan bajo una orden de trabajo completa, es decir, hacen pruebas de llamadas de voz, mensajes de texto y del servicio de datos, con cada una de las tarjetas SIM del RTU. La Figura 6.3 muestra los tipos de análisis que se realizan a partir de los datos obtenidos para cada uno de los servicios y operadoras. Con cada análisis se genera un cuadro de resultados y un gráfico estadístico.

La Figura 6.4 es un ejemplo de las tablas y gráficos estadísticos que se generan a partir de un análisis, en este caso, las mediciones corresponden a las pruebas sobre llamadas establecidas de la operadora CONECEL S.A. realizadas en la jurisdicción de la *Intendencia Regional Sur (IRS)*.

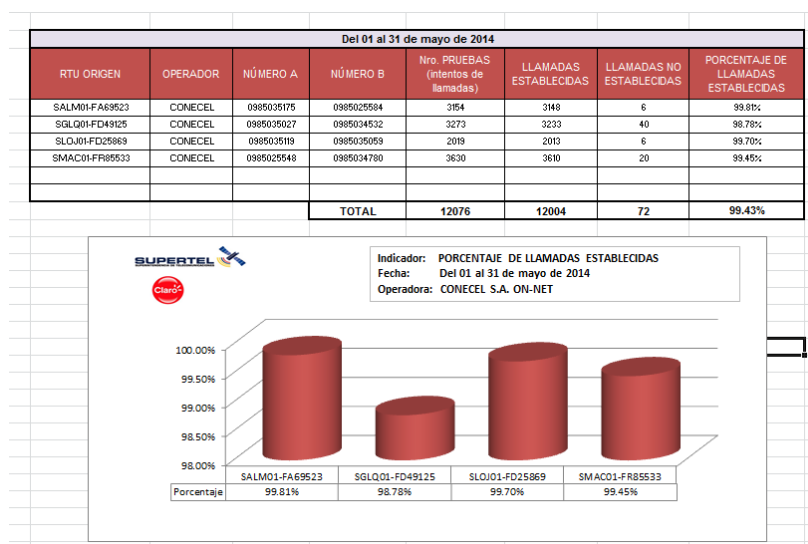


Figura 6.4: Llamadas Establecidas de la operadora CONECEL SA en el periodo de prueba Mayo 2014, en la IRS

La gráfica muestra el RTU de origen de llamada, los números de las tarjetas SIM entre las que se realizó las llamadas (origen y destino), el número de llamadas realizadas en el periodo de prueba y el porcentaje alcanzado. Finalmente, basándose en los parámetros contractuales establecidos, si un RTU no alcanzó el 96 % de llamadas establecidas correctamente, el informe indica el no cumplimiento a la operadora.

De esta manera, cada uno de los análisis requeridos (Figura 6.3) son realizados y agrupados en un informe técnico. Este informe es enviado mensualmente a cada una de las operadoras para hacer constancia del desempeño de sus redes móviles. Estos informes son de gran importancia, ya que sirven como base para que la entidad de control del SMA en el país, realice las llamadas de atención necesarias, e inclusive sanciones de darse el caso.

6.2. Desarrollo de consultas SQL

Dentro del sistema de generación automática de reportes, la adquisición óptima de datos es una parte primordial. Las consultas SQL se realizan directamente a la base de datos del SAMM. Estas consultas filtran los datos necesarios, acorde a lo requerido para realizar un correcto control del SMA. Las consultas SQL desarrolladas para cada parámetro propuesto, se muestran a continuación.

Todos los parámetros que deben ser indicados por el usuario tienen el formato *@param*. Estos parámetros son:

@RTUnum: es el número celular del SIM usado para realizar la prueba.

@tecnologia: es el tipo de tecnología que se empleó en las mediciones.

6.2.1. Tiempo de respuesta de ping

```
tiempoPing[ms] = SELECT AVG([RTT]) FROM [Ping(logfile)$]
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUnum'
AND ([DataModeUL] LIKE '@tecnologia' OR [DataModeDL] LIKE '@tecnologia')
AND [DataTransferCause] LIKE 'Success';
```

6.2.2. Porcentaje de fallas de acceso al servicio HTTP

Para este valor se realizan dos consultas: la primera obtiene el número total de pruebas realizadas, y la segunda el número de intentos fallidos.

```
totalIntentos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUnum'
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'
AND [DataTransferType] LIKE 'HTTP'
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink';
```

```
intentosFallidos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUnum'
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'
AND [DataTransferType] LIKE 'HTTP'
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink'
AND NOT([DataTransferCause] LIKE 'Success');
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$fallasHTTP[\%] = \frac{intentosFallidos}{totalIntentos} \times 100 \quad (6.1)$$

6.2.3. Tasa de transferencia de datos HTTP

```
tasaHTTP[bps] = SELECT AVG([MeanThroughput]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'HTTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink'  
AND [DataTransferCause] LIKE 'Success';
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$tasaHTTP[kbps] = \frac{tasaHTTP[bps]}{1000} \quad (6.2)$$

6.2.4. Porcentaje de fallas de acceso al servicio de bajada FTP

Para este valor se realizan dos consultas: la primera obtiene el número total de pruebas realizadas, y la segunda el número de intentos fallidos.

```
totalIntentos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink';
```

```
intentosFallidos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE 'RTUmm'  
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink'  
AND NOT([DataTransferCause] LIKE 'Success');
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$fallasDescargaFTP[\%] = \frac{intentosFallidos}{totalIntentos} \times 100 \quad (6.3)$$

6.2.5. Porcentaje de fallas de accesos al servicio de subida FTP

Para este valor se realizan dos consultas: la primera obtiene el número total de pruebas realizadas, y la segunda el número de intentos fallidos.

```
totalIntentos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeUL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Uplink';
```

```
intentosFallidos = SELECT Count([DataTransferCause]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeUL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Uplink'  
AND NOT([DataTransferCause] LIKE 'Success');
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$fallasCargaFTP[\%] = \frac{intentosFallidos}{totalIntentos} \times 100 \quad (6.4)$$

6.2.6. Tasa de transferencia de bajada de datos FTP

```
tasaDescargaFTP[bps] = SELECT AVG([MeanThroughput]) FROM [Datos(logfile)$]  
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeDL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Downlink'  
AND [DataTransferCause] LIKE 'Success';
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$tasaDescargaFTP[kbps] = \frac{tasaDescargaFTP[bps]}{1000} \quad (6.5)$$

6.2.7. Tasa de transferencia de subida de datos FTP

```
tasaCargaFTP[bps] = SELECT AVG([MeanThroughput]) FROM [Datos(logfile)$]
```

```
WHERE [SourceVoiceNode] LIKE '@RTUmm'  
AND [DataModeUL] LIKE '@tecnologia'  
AND [DataTransferType] LIKE 'FTP'  
AND [DataTransferMode] LIKE 'Uplink'  
AND [DataTransferCause] LIKE 'Success';
```

Donde el valor del parámetro es igual a:

$$tasaCargaFTP[kbps] = \frac{tasaCargaFTP[bps]}{1000} \quad (6.6)$$

6.3. Generación automática de tablas, gráficos e histogramas para análisis estadístico

6.3.1. Descripción General

El proceso de generación de los informes de control del SMA, tal y como se venían desarrollando, estaba sujeto a una alta probabilidad de errores en cuanto a tabulación de resultados y manipulación de datos. Esto debido a que el técnico generaba las tablas y gráficos "manualmente" haciendo uso de la herramienta Microsoft Office Excel. Además, esto conllevaba a que la elaboración de estos documentos tome demasiado tiempo, llegando a tardar incluso varias jornadas.

Con el propósito de solventar este inconveniente, se desarrolló una herramienta con la ayuda de código *Visual Basic for Applications* (VBA) para automatizar todo este proceso. Esta herramienta se traduce en un libro de Microsoft Office Excel, y un documento de Microsoft Office Word como plantilla de informes. Esta herramienta tiene como principales objetivos:

- Generar automáticamente cuadros estadísticos, gráficos e informes requeridos para el control mensual del SMA.
- Eliminar la posibilidad de error al procesar la información obtenida de los RTU.
- Reducir el tiempo de procesamiento de la información recopilada por el SAMM.
- Proveer a los técnicos de una herramienta adicional para mejorar el análisis de los resultados de las pruebas realizadas.

Esta herramienta logra automatizar todo el proceso de generación de informes, ya que el código [VBA](#) del libro de Microsoft Office Excel se encarga de ello. Específicamente, el código [VBA](#) se encarga de:

- Consultar la Base de Datos mediante [SQL](#)
- Filtrar la información por [RTU](#)
- Generar datos informativos
- Calcular estadísticas
- Generar gráficos
- Generar el informe en Microsoft Office Word:
 - Importar tablas y gráficos desde Microsoft Office Excel
 - Llenar automáticamente el texto del informe en la plantilla de Microsoft Office Word

6.3.2. Pruebas y Resultados

Después de haber desarrollado las consultas [SQL](#) necesarias para evaluar el desempeño del [SMA](#), en base a los parámetros propuestos, se desarrolló el software de generación automática de reportes de control del [SMA](#). Aunque el alcance de esta tesis abarca únicamente el servicio de datos, la aplicación desarrollada trabaja con las pruebas de todos los servicios prestados por redes móviles, es decir, llamadas de voz, [SMS](#) y el servicio de datos. La descripción de este sistema, así como la forma de utilizarlo se encuentra descrita en el anexo [B](#).

A continuación se presentan las tablas y gráficas generadas por el sistema, en base a los parámetros propuestos para la evaluación del servicio de Internet móvil. Estas pruebas fueron realizadas en la [IRS](#) en el periodo de prueba comprendido entre el 1 y el 31 de julio de 2014.

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS: TIEMPO PROMEDIO (ms)	WCDMA R99: TIEMPO PROMEDIO (ms)	HSUPA: TIEMPO PROMEDIO (ms)	TIEMPO PROMEDIO TOTAL (ms)
SALM01-FA69523	CONECEL SA	0985035175	716	0	0	716.00
SAZO01-FA87915	CONECEL SA	0985025584	0	207	194	200.50
SGLQ01-FD49125	CONECEL SA	0985035027	756	0	0	756.00
SLOJ01-FD25869	CONECEL SA	0985035119	0	228	0	228.00
		PROMEDIO	736	217.5	194	475.13

Figura 6.5: Prueba de tiempo promedio de ping de la operadora CONOCCEL SA realizada en la IRS en julio de 2014

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS	WCDMA R99	HSDPA	PORCENTAJE TOTAL
SAZO01-FA87915	OTECCEL SA	0984665958		100.00%	0.10%	50.05%
SGLQ01-FD49125	OTECCEL SA	0984569533	1.21%			1.21%
SALM01-FA69523	OTECCEL SA	0984663653			1.13%	1.13%
SLOJ01-FD25869	OTECCEL SA	0984663573	0.00%		3.36%	1.68%
		TOTAL	0.60%	100.00%	1.53%	13.52%

Figura 6.6: Porcentaje de fallos de acceso HTTP de la Operado OTECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS	WCDMA R99	HSDPA	PORCENTAJE TOTAL
SAZO01-FA87915	CNT EP	0996766669		100.00%		100.00%
SGLQ01-FD49125	CNT EP	0996766621	15.58%			15.58%
SALM01-FA69523	CNT EP	0996766635				0.00%
SLOJ01-FD25869	CNT EP	0996766633		100.00%		100.00%
		TOTAL	15.58%	100.00%		53.90%

Figura 6.7: Porcentaje de fallos de acceso FTP en Uplink de la Operadora CNT EP realizada en la IRS en julio de 2014

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS	WCDMA R99	HSDPA	PORCENTAJE TOTAL
SAZO01-FA87915	CONECEL SA	0985025584		100.00%	0.06%	50.03%
SGLQ01-FD49125	CONECEL SA	0985035027	10.66%			10.66%
SALM01-FA69523	CONECEL SA	0985035175	3.04%			3.04%
SLOJ01-FD25869	CONECEL SA	0985035119	50.00%	100.00%	4.15%	51.38%
		TOTAL	21.23%	100.00%	2.11%	28.78%

Figura 6.8: Porcentaje de fallos de acceso FTP en Downlink de la Operadora CONECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS (kbps)	WCDMA R99 (kbps)	HSDPA (kbps)	THROUGHPUT PROMEDIO (kbps)
SAZO01-FA87915	OTECCEL SA	0984665958	0.00	0.00	601.92	200.64
SGLQ01-FD49125	OTECCEL SA	0984569533	66.65	0.00	0.00	22.22
SALM01-FA69523	OTECCEL SA	0984663653	0.00	0.00	369.10	123.03
SLOJ01-FD25869	OTECCEL SA	0984663573	55.69	0.00	250.20	101.96
		TOTAL	30.59		305.31	111.96

Figura 6.9: Promedio de tasa de transferencia HTTP de la Operadora OTECEL SA realizada en la IRS en julio de 2014

Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS (kbps)	WCDMA R99 (kbps)	HSDPA (kbps)	THROUGHPUT PROMEDIO (kbps)
SAZO01-FA87915	CNT EP	0996766669	0.00	0.00	0.00	0.00
SGLQ01-FD49125	CNT EP	0996766621	31.31	0.00	0.00	10.44
SALM01-FA69523	CNT EP	0996766635	0.00	0.00	0.00	0.00
SLOJ01-FD25869	CNT EP	0996766633	0.00	0.00	0.00	0.00
		TOTAL	7.83			2.61

Figura 6.10: Promedio de tasa de transferencia FTP en Uplink de la Operadora CNT EP realizada en la IRS en julio de 2014



Del 1 al 31 de Julio del 2014						
RTU ORIGEN	OPERADOR	NÚMERO	EGPRS (kbps)	WCDMA R99 (kbps)	HSDPA (kbps)	THROUGHPUT PROMEDIO (kbps)
SAZO01-FA87915	CONECEL SA	0985025584	0.00	0.00	1351.84	450.61
SGLQ01-FD49125	CONECEL SA	0985035027	75.46	0.00	0.00	25.15
SALM01-FA69523	CONECEL SA	0985035175	83.09	0.00	0.00	27.70
SLQJ01-FD25869	CONECEL SA	0985035119	35.89	0.00	1280.53	438.80
		TOTAL	48.61		658.09	235.57

Figura 6.11: Promedio de tasa de transferencia FTP en Downlink de la Operadora CONOCEL SA realizada en la IRS en julio de 2014

6.4. Conclusiones

La automatización de la generación de reportes mensuales de control de SMA tuvo una buena acogida por parte de los técnicos de la SUPERTEL. Logró el objetivo de ser una herramienta óptima para el servicio de reportes y el análisis de datos. A la fecha de realización de este documento, se encuentra en uso. El software cuenta con la disponibilidad de cambiar las consultas SQL para realizar diferentes tipos de análisis, permitiendo estudios de análisis del desempeño del SMA.

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

- Las redes de telefonía celular son un medio de acceso importante para el intercambio de información, están en constante evolución y permiten el desarrollo de nuevos servicios, aplicaciones y plataformas para el beneficio de los usuarios.
- La regulación no intrusiva fomenta un mercado de libre competencia, que permite un mayor desarrollo e innovación, ya que los actores del medio son los principales responsables de su propio crecimiento, y de buscar un servicio de calidad para los usuarios.
- La complejidad de las redes móviles no permite que exista un método sencillo para su control, así como para el establecimiento de parámetros mínimos de calidad. Esta complejidad se evidencia en la variabilidad de la red de acceso, el medio de propagación, la alta movilidad, la disponibilidad de espectro y la densidad de usuarios.
- La falta de información suficiente acerca del servicio de acceso a Internet mediante SMA, no permite determinar si se requiere una intervención del ente de regulación.
- El mejor ente regulador de la calidad de servicio es el usuario, por ello, la participación del estado debe enfocarse en proveer la información necesaria sobre la calidad del servicio y del desempeño de las operadoras, para que el



mismo usuario, con su elección, fomente la competencia y el desarrollo de los proveedores del servicio.

- La automatización de la generación mensual de reportes de control del SMA provee al ente regulador de una herramienta para un mejor análisis del desempeño de las redes de los operadores, disminuyendo el tiempo requerido para la generación de reportes y eliminando errores en el manejo de datos.

7.2. Recomendaciones

- El ente regulador debería publicar los resultados de las mediciones de los parámetros de calidad en su portal web, de manera sencilla, para que los usuarios puedan entender el desempeño del servicio sin necesidad de conocer conceptos técnicos.
- Se debería recopilar y mantener un flujo de información constante del acceso a Internet mediante SMA para conocer el estado del servicio, y que el ente regulador pueda realizar estudios para determinar si se requieren, o no, establecer valores mínimos para la calidad de servicio.
- En el presente trabajo se propuso los parámetros de calidad que deberían ser utilizados. Sin embargo, hace falta un estudio sobre los métodos de medición de estos parámetros, para complementar esta propuesta.



Apéndices

UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867

Apéndice A

Recomendaciones Internacionales

A.1. ITU-T E.804

A.1.1. Porcentaje de fallas de activación de contextos PDP

Es la probabilidad de que el contexto PDP no pueda ser activado. Es la relación entre las fallas de activación de contextos PDP y el total de intentos de activación del contexto PDP.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos de Activación de Contextos PDP}}{\text{Total de intentos de Activación de Contextos PDP}} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

El punto de activación es el envío de la petición de activación del contexto PDP mientras que el punto de fin es la confirmación de activación del contexto PDP si no se recibe la confirmación se cuenta como un intento fallido.

A.1.2. Tiempo de activación de contextos PDP

Es el tiempo necesario para activar un contexto PDP en segundos.

$$[s] = (t_{\text{Aceptación de la Activación del contexto PDP}} - t_{\text{Petición de Activación de contexto PDP}}) \quad (\text{A.2})$$

El punto de activación es el envío de la petición de activación de contexto **PDP** por el **UE** y el punto de fin es el recibo de la aceptación del activación del contexto **PDP** que recibe el **UE**.

A.1.3. Porcentaje de contextos **PDP** caídos

Es la probabilidad de que un contexto **PDP** sea desactivado sin ser provocado intencionalmente por el usuario.

$$[\%] = \frac{\text{Cantidad de Contextos PDP caídos}}{\text{Total de Contextos PDP activados exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.3})$$

Una vez establecido el contexto **PDP** una falla en el **SGSN** o en el **GGSN** hace que el **UE** detecte una pérdida de conexión en el contexto **PDP** dando como caído al mismo.

A.1.4. No accesibilidad al servicio **FTP**

Es la probabilidad de que un subscriptor no pueda establecer un contexto **PDP** y acceder al servicio exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos para llegar a recibir o enviar el contenido}}{\text{Total de intentos para llegar a recibir o enviar el contenido}} \times 100 \quad (\text{A.4})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el **UE** inicia el acceso al servicio, si no se llega a recibir ningún paquete del contexto solicitado se cuenta como un intento fallido.

Para la subida el punto de activación es cuando el **UE** inicia el acceso al servicio, si no se llega a enviar ningún paquete del contexto solicitado se cuenta como un intento fallido.

A.1.5. Tiempo de acceso al servicio **FTP**

Es el tiempo en segundos requerido para acceder al servicio exitosamente, desde empezar la conexión hasta enviar o recibir el contenido requerido.

$$[s] = (t_{\text{Acceso exitoso al servicio}} - t_{\text{Inicio de acceso al servicio}}) \quad (\text{A.5})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el usuario inicia el acceso al servicio y el punto de fin cuando el primer contenido es recibido.

Para la subida el punto de activación es cuando el usuario inicia el acceso al servicio y el punto de fin cuando el primer contenido es subido.

A.1.6. Porcentaje de fallas de accesos a un servicio IP mediante FTP

Es la probabilidad de que un suscriptor no sea capaz de establecer una conexión *Transmission Control Protocol (TCP)/IP* con el proveedor de un servicio.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos para establecer una conexión IP con el servidor}}{\text{Total de intentos para establecer una conexión IP con el servidor}} \times 100 \quad (\text{A.6})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el suscriptor inicia la bajada del archivo, si no se llega a recibir ningún paquete del contenido solicitado se cuenta como un intento fallido.

Para la subida el punto de activación es cuando el suscriptor inicia la subida del archivo, si no se llega a enviar ningún paquete del contenido solicitado se cuenta como un intento fallido.

A.1.7. Tiempo de acceso al servicio IP mediante FTP

Es el tiempo en segundos requerido para establecer una conexión *TCP/IP* exitosamente, desde empezar la petición al servidor hasta enviar o recibir el contenido requerido.

$$[s] = (t_{\text{Acceso exitoso al servicio IP}} - t_{\text{Inicio de acceso al servicio IP}}) \quad (\text{A.7})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el suscriptor inicia la bajada del archivo y el punto de fin cuando se recibe el primer paquete de contenido.

Para la subida el punto de activación es cuando el subscriptor inicia la subida del archivo y el punto de fin cuando se envía el primer paquete de contenido.

A.1.8. Porcentaje de fallas de accesos al servicio **FTP**

Es la tasa entre las sesiones sin completar y las sesiones que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Sesiones sin completar}}{\text{Sesiones iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.8})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el subscriptor inicia la bajada del archivo, si no se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

Para la subida el punto de activación es cuando el subscriptor inicia la subida del archivo, si no se llegan a enviar todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

A.1.9. Tiempo de sesión **FTP**

Es el tiempo en segundos requerido para terminar una sesión exitosamente.

$$[s] = (t_{\text{Sesión terminada exitosamente}} - t_{\text{Inicio de sesión}}) \quad (\text{A.9})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el subscriptor inicia la bajada del archivo y el punto de fin es cuando se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado.

Para la subida el punto de activación es cuando el subscriptor inicia la subida del archivo y el punto de fin es cuando se llegan a enviar todos los paquetes del contenido solicitado.

A.1.10. Tasa de transferencia de datos **FTP**

Describe la tasa de transferencia media medida durante toda la conexión al servicio si la transferencia fue completada exitosamente.

$$[kbps] = \frac{\text{Datos transferidos del usuario } [kb]}{(t_{\text{Transferencia de datos completada}} - t_{\text{Transferencia de datos iniciada}}) [s]} \times 100 \quad (\text{A.10})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el contenido empieza a descargarse y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido completada.

Para la subida el punto de activación es cuando el contenido empieza a cargarse y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido completada.

A.1.11. Porcentaje de transferencias **FTP** caídas

Es la tasa entre las transferencias de datos sin completar y las transferencias de datos que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Transferencias de datos sin completar}}{\text{Transferencias de datos iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.11})$$

Para la bajada el punto de activación es cuando el contenido empieza a descargarse y si la transferencia del contenido no se completa se cuenta como un intento fallido.

Para la subida el punto de activación es cuando el contenido empieza a cargarse y si la transferencia del contenido no se completa se cuenta como un intento fallido.

A.1.12. No accesibilidad al servicio **HTTP**

Es la probabilidad de que un subscriptor no pueda establecer un contexto **PDP** y acceder al servicio exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos para llegar a recibir el contenido}}{\text{Total de intentos para llegar a recibir el contenido}} \times 100 \quad (\text{A.12})$$

El punto de activación en cuando el **UE** inicia el acceso al servicio, si no se llega a recibir ningún paquete del contexto solicitado o no se logra enviar el comando **HTTP** GET se cuenta como un intento fallido.

A.1.13. Tiempo de acceso al servicio HTTP

Es el tiempo en segundos requerido para acceder al servicio exitosamente, desde empezar la conexión hasta enviar o recibir el contenido requerido.

$$[s] = (t_{\text{Acceso exitoso al servicio}} - t_{\text{Inicio de acceso al servicio}}) \quad (\text{A.13})$$

El punto de activación es cuando el usuario inicia el acceso al servicio y el punto de fin cuando el primer contenido es recibido.

A.1.14. Porcentaje de fallas de accesos a un servicio IP mediante HTTP

Es la probabilidad de que un subscriptor no sea capaz de establecer una conexión TCP/IP con el proveedor de un servicio.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos para establecer una conexión IP con el servidor}}{\text{Total de intentos para establecer una conexión IP con el servidor}} \times 100 \quad (\text{A.14})$$

El punto de inicio es cuando el suscriptor envía la petición de conexión a un servidor, si no se llega a recibir ningún paquete del contenido solicitado o no se logra enviar el comando HTTP GET se cuenta como un intento fallido.

A.1.15. Tiempo de acceso al servicio IP mediante HTTP

Es el tiempo en segundos requerido para establecer una conexión TCP/IP exitosamente, desde empezar la petición al servidor hasta enviar o recibir el contenido requerido.

$$[s] = (t_{\text{Acceso exitoso al servicio IP}} - t_{\text{Inicio de acceso al servicio IP}}) \quad (\text{A.15})$$

El punto de activación es cuando el subscriptor envía la petición de conexión a un servidor y el punto de fin cuando el primer contenido es recibido.

A.1.16. Porcentaje de fallas de accesos al servicio HTTP

Es la tasa entre las sesiones sin completar y las sesiones que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Sesiones sin completar}}{\text{Sesiones iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.16})$$

El punto de activación es cuando el subscriptor envía la petición de conexión a un servidor, si no se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado se cuenta como una sesión fallida.

A.1.17. Tiempo de sesión HTTP

Es el tiempo en segundos requerido para terminar una sesión exitosamente.

$$[s] = (t_{\text{Sesión terminada exitosamente}} - t_{\text{Inicio de sesión}}) \quad (\text{A.17})$$

El punto de activación es cuando el subscriptor envía la petición de conexión a un servidor y el punto de fin es cuando se llegan a recibir todos los paquetes del contenido solicitado.

A.1.18. Tasa de transferencia de datos HTTP

Describe la tasa de transferencia media medida durante toda la conexión al servicio si la transferencia fue completada exitosamente.

$$[kbps] = \frac{\text{Datos transferidos del usuario } [kb]}{(t_{\text{Transferencia de datos completada}} - t_{\text{Transferencia de datos iniciada}}) [s]} \times 100 \quad (\text{A.18})$$

El punto de activación es cuando el contenido empieza a transferirse y el punto de fin cuando la transferencia del contenido ha sido completada.

A.1.19. Porcentaje de transferencias HTTP caídas

Es la tasa entre las transferencias de datos sin completar y las transferencias de datos que iniciaron exitosamente.

$$[\%] = \frac{\text{Transferencias de datos sin completar}}{\text{Transferencias de datos iniciadas exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.19})$$

El punto de activación es cuando el contenido empieza a transferirse y si la transferencia del contenido no se completa se cuenta como un intento fallido.

A.1.20. Tiempo de respuesta a Ping

Es el tiempo en milisegundos requerido por un paquete para ir de un origen hacia un destino y volver. Para la medición de este parámetro el servicio ya debe estar iniciado.

$$[ms] = (t_{\text{Paquete recibido}} - t_{\text{Paquete enviado}}) \quad (\text{A.20})$$

El punto de activación es cuando se envía la petición **ICMP** y el punto de fin cuando se recibe la respuesta **ICMP**.

A.2. ETSI 102 250-2 v2.3.1

A.2.1. Porcentaje de fallas de activación de contexto **EPS** predeterminado adicional

Es la probabilidad de que el contexto **EPS** adicional no puede ser activado.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos de conexión con un PDN adicional}}{\text{Total de intentos de conexión con un PDN adicional}} \times 100 \quad (\text{A.21})$$

El punto de activación es el envío de la petición de conexión a la **PDN** mientras que el punto de fin es la confirmación de la conexión si no se recibe la confirmación se cuenta como un intento fallido.

A.2.2. Tiempo de activación de contexto EPS predeterminado adicional

Es el tiempo necesario para activar el contexto EPS adicional en segundos.

$$[s] = (t_{\text{Establecimiento de conexión con un PDN adicional}} - t_{\text{Petición de conexión con un PDN adicional}}) \quad (\text{A.22})$$

El punto de activación es el envío de la petición de conexión a la PDN mientras que el punto de fin es la confirmación de la conexión.

A.2.3. Porcentaje de contextos EPS predeterminados caídos

Es la probabilidad de que un contexto EPS predeterminado sea desactivado sin ser provocado intencionalmente por el usuario.

$$[\%] = \frac{\text{Cantidad de contextos EPS predeterminados caídos}}{\text{Total de contextos EPS predeterminados activados exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.23})$$

Una vez establecido un contexto EPS predeterminado una falla en la red hace que el UE detecte una pérdida de conexión en el contexto EPS dando como caído al mismo.

A.2.4. Porcentaje de fallas de activación de contexto EPS dedicado

Es la probabilidad de que el contexto EPS dedicado no puede ser activado.

$$[\%] = \frac{\text{Intentos fallidos de activación de un EPS dedicado}}{\text{Total de intentos de activación de un EPS dedicado}} \times 100 \quad (\text{A.24})$$

El punto de activación es el envío de la petición de conexión a un servicio mientras que el punto de fin es la confirmación de la conexión y si no se recibe la

confirmación se cuenta como un intento fallido.

A.2.5. Tiempo de activación de contexto EPS dedicado

Es el tiempo en segundos necesario para activar el contexto EPS dedicado.

$$[s] = (t_{\text{Activación de contexto EPS dedicado exitoso}} - t_{\text{Petición de activación de contexto EPS dedicado}}) \quad (\text{A.25})$$

El punto de activación es el envío de la petición de conexión a un servicio mientras que el punto de fin es la confirmación de la conexión.

A.2.6. Porcentaje de contextos EPS dedicados caídos

Es la probabilidad de que un contexto EPS dedicado sea desactivado sin ser provocado intencionalmente por el usuario. Esto no necesariamente afecta negativamente a la experiencia del usuario ya que se puede volver a establecer rápidamente un contexto EPS dedicado.

$$[\%] = \frac{\text{Cantidad de contextos EPS dedicados caídos}}{\text{Total de contextos EPS dedicados activados exitosamente}} \times 100 \quad (\text{A.26})$$

Una vez establecido un contexto EPS dedicado una falla en la red hace que el UE detecte una pérdida de conexión en el contexto EPS dando como caído al mismo.

A.3. ETSI EG 202 057

A.3.1. Parámetros de calidad de servicio

El cuadro A.1 muestra los parámetros de calidad de servicio (QoS) propuestos.

Parámetro	Medida	Método de Medición	Se aplica a
Tiempo de inicio de sesión	Número de inicios de sesión exitosos	Llamadas de prueba	Todos los servicios del IAP a los que se accede mediante un proceso de inicio de sesión
Velocidad de transmisión de datos alcanzada	Se miden 4 parámetros: La máxima y velocidad de transmisión de datos alcanzada, el valor medio y su desviación estándar, todo en <i>kbps</i>	Llamadas de prueba	Todos los IAP
Ratio de transmisiones de datos fallidas	Porcentaje de transmisiones de datos fallidas	Llamadas de prueba	Todos los IAP
Ratio de inicios de sesión exitosos	Porcentaje de inicios de sesión exitosos	Llamadas de prueba	Todos los servicios del IAP a los que se accede mediante un proceso de inicio de sesión
Retardo	Valores medios y desviación estándar del retardo, medido en milisegundos	Llamadas de prueba	Todos los IAP

Tabla A.1: Parámetros QoS según el ETSI

Parámetro	Medida	Información provista por
Tiempo de inicio de sesión	Tiempos del 80 % y 95 % de inicios de sesión más rápidos	IAP
Velocidad de transmisión de datos alcanzada	Máximo, mínimo, valor medio y desviación estándar de la tasa de transmisión	IAP
Radio de transmisiones de datos fallidas	Porcentaje de transmisiones de datos fallidas	IAP
Radio de inicios de sesión exitosos	Porcentaje de inicios de sesión exitosos	IAP
Retardo (Tiempo de transmisión en una dirección)	Tiempo en segundos	IAP

Tabla A.2: Parámetros QoS desde la perspectiva del usuario

A.3.2. Parámetros de calidad de servicio desde la perspectiva del usuario

El cuadro A.2 muestra los parámetros QoS desde la perspectiva del usuario:

A.3.3. Descripción de los parámetros de calidad de servicio

A continuación se detalla los parámetros de calidad propuestos y valores objetivos de calidad de servicio:

Tiempo de inicio de sesión: El tiempo de inicio de sesión es el periodo que va desde que se establece la conexión entre el equipo de prueba y el servidor de prueba, hasta que el proceso de inicio de sesión ha terminado. Para su medición se cuenta la cantidad de inicios de sesión exitosos. Los intentos de inicio de sesión fallidos no se contabilizan.

Velocidad de transmisión de datos alcanzada: La velocidad de transmisión de datos hace referencia a la tasa de transmisión de datos alcanzada, tanto de subida como de bajada de archivos de prueba, desde un computador de

usuario a un servidor web remoto. La información estadística a tener en consideración es la siguiente:

- El valor que represente el 95 % de la tasa de transmisión de datos más rápida alcanzada en *kbps*.
- El valor que represente el 5 % de la tasa de transmisión de datos más lenta registrada en *kbps*.
- El valor medio y la desviación estándar de la tasa de transmisión de datos en *kbps*.

Para las pruebas, se debe usar un archivo incompresible el cual tenga un tamaño mínimo del doble de la velocidad teórica del enlace, por ejemplo, si teóricamente la conexión es de 500 *kbps*, el archivo debe tener un tamaño mínimo de 1 *Mb*, es decir, 256 *kB*.

Radio de transmisiones de datos fallidas: Es la relación entre las transmisiones de datos no exitosas y el número total de intentos de transmisión de datos en un periodo de tiempo específico. Una transmisión de datos es exitosa cuando el archivo de prueba es transmitido completamente. Un intento de transmisión de datos es considerado fallido si toma más de 60 segundos.

Radio de inicios de sesión exitosos: Hace referencia a la relación entre el número de inicios de sesión exitosos y el número de intentos de inicio de sesión. Un inicio de sesión es exitoso cuando se logra el acceso a la red y se inicia sesión correctamente en el [ISP](#). Un intento de inicio de sesión es fallido, si no llega a darse por cualquier razón, sea o no sea por una razón independiente al funcionamiento de la red del [ISP](#).

Retraso: Se considera con respecto al tiempo una transmisión en una sola vía. El retraso es la mitad de tiempo en milisegundos, de una prueba ping a una dirección [IP](#) válida. Para el análisis estadístico se calcula el valor medio de los retrasos registrados y su desviación estándar.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867



Apéndice B

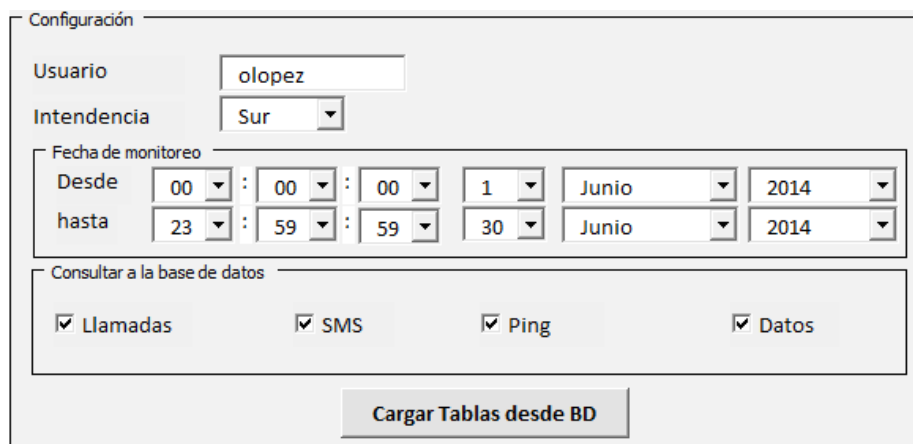
Manual de uso del software de generación automática de reportes de control de SMA

B.1. Proceso de Generación de Tablas y Gráficos Estadísticos[1]

El Sistema ha sido desarrollado para trabajar en Microsoft Office Excel desde la versión 2010 en adelante, este trabaja con Macros. Al momento de abrir el Libro el usuario debe aceptar la habilitación de Macros para Excel. Todo el análisis estadístico se desarrolla en el libro inteligente de Microsoft Office Excel. Este libro contiene varias hojas situadas en el orden necesario para la generación de gráficas y tablas. Inicialmente, se tiene la hoja de calculo para parametrizar la consulta a la base de datos llamada **Principal**. A continuación se tienen 4 hojas de cálculo, en ellas se desarrolla todo el análisis estadístico, estas hojas son: **iCalls**, **iSMS**, **iPing** y **iData**.

Además, se tiene una hoja de cálculo para analizar a detalle los errores encontrados, y una hoja de cálculo donde se muestra un histograma sobre eventos específicos: **iErrors** e **Histograma**.

Finalmente, se tienen 4 hojas de cálculo en las que se guarda la información sin procesar (*Logfiles*) obtenida desde la base de datos: **Calls(logfile)**,



Configuración

Usuario:

Intendencia:

Fecha de monitoreo

Desde: : :

hasta: : :

Consultar a la base de datos

☒ Llamadas ☒ SMS ☒ Ping ☒ Datos

Figura B.1: Parametrización de consulta

SMS(logfile), Ping(logfile) y Datos(logfile).

La automatización fue desarrollada para reducir al máximo la intervención del usuario en acciones mecánicas o repetitivas, con una interfaz simple e intuitiva. Todo el proceso de análisis de resultados, y de generación de gráficas y tablas, se da en el orden en el que estas hojas de cálculo han sido dispuestas. A continuación se detalla cada una de estas y su función dentro del proceso.

B.1.0.1. Principal

El proceso inicia con la consulta a la base de datos del [SAMM](#). Se tiene en la hoja denominada **Principal**, la parametrización necesaria para realizar la consulta del mes, esto se puede ver en la Figura [B.1](#).

Primero, se indica el usuario con el que se va a autenticar en la base de datos del [SAMM](#). Debido a la configuración de seguridad del SAMM, la consulta solo puede ser realizada desde ordenadores de la intranet de la SUPERTEL. Éstos deben tener un usuario con permisos para ingresar a la base de datos del SAMM. Luego, se indica la intendencia de la que se quiere recuperar la información, así como el periodo de monitoreo que se desea analizar. Finalmente, se indica las tablas que se requieren (Llamadas, SMS, Ping, Datos) y se da clic en **Cargar Tablas desde BD**.

INFORMACION DESCARGADA DE RTUs PARA DISPONIBLE LOCALMENTE PARA LAS ESTADÍSTICAS				
	LLAMADAS	SMS	PING	DATOS
RTUs	SALM01-FA69523	SALM01-FA69523	SALM01-FA69523	SMAC01-FR85533
	SGLQ01-FD49125	SLOJ01-FB25869	SCUE04-FS87888	SCUE04-FS87888
	SLOJ01-FB25869	SCUE04-FS87888	SGLQ01-FD49125	SGLQ01-FD49125
	SMAC01-FR85533	SGLQ01-FD49125	SLOJ01-FB25869	SALM01-FA69523
		SMAC01-FR85533	SMAC01-FR85533	SLOJ01-FB25869
		SCUE00-MS87924		

Figura B.2: Información recuperada desde los logfiles

Como se indica en la Figura B.2, se cuenta con la información de los RTU encontrados en cada uno de los *logfile*. La hoja **Principal** también cuenta con la sección de generación de informes y una tabla que indica la cantidad de RTU por tabla generada. Esta información es utilizada al final del proceso de generación de tablas y gráficos, y sirve para armar el informe en Microsoft Office Word (Figura B.3). Con la información descargada en los *logfile*, se puede iniciar el proceso de análisis estadístico.

B.1.0.2. iCalls, iSMS, iPing, iData

Estas 4 hojas inteligentes son las encargadas de generar las tablas y gráficos estadísticos. Su diseño es el mismo y trabajan de manera similar. Inicia el proceso en la hoja **iCalls**, se tiene una sección para configurar el proceso de análisis estadístico de llamadas (Figura B.4).

Se puede observar en la parte superior izquierda el periodo de prueba consultado a la base de datos. Esta fecha es insertada en todos los gráficos que se generen.

NÚMERO DE RTUS EN CADA TABLA QUE SERÁN INSERTADOS AL INFORME			
	CONCEL S.A	OTCEL S.A.	CNT E.P.
Llamadas Establecidas	4	4	3
Llamadas Establecidas en menos de 12 seg	4	4	3
Llamadas Caídas	4	4	3
Mensajes Enviados	5	5	5
Tiempo Promedio de Entrega de Mensajes	5	5	5
MOS	4	4	3
PING Exitosos	5	5	5
HTTP Fallidos	5	5	5
FTP Uplink	5	5	5
FTP Downlink	5	5	5

Figura B.3: Resumen sobre información disponible de cada operadora para la generación de los informes

Periodo de Prueba: Del 1 al 30 de Junio del 2014		Grilla de Parametrización					
		RTU	Ciudad	Tipo de Celda	Operadora	Número A	Número B
RTU Encontrados	<input type="text"/>						0/0
SALM01-FA69523							0/0
SGLQ01-FD49125							0/0
SLOJ01-FB25869	<input type="text"/>						0/0
SMAC01-FR85533							0/0
	<input type="text"/>						0/0
							0/0
	<input type="text"/>						0/0
							0/0
	<input type="text"/>						0/0
							0/0
	<input type="text"/>						0/0
							0/0
	<input type="text"/>						0/0
							0/0

Figura B.4: Grilla de Parametrización para análisis de llamadas de voz

Haciendo clic en **Cargar RTUs**, el programa buscará todos los **RTU** que estén en la Hoja **Calls (logfile)** y los mostrará bajo la lista **RTU Encontrados**.

Con los **RTU** encontrados, se arma el análisis estadístico requerido. Para ello, se tiene 6 cuadros de lista para elegir los **RTU** que se necesite y cuantos se necesiten. Al momento de elegir un **RTU**, se cargará automáticamente sus características como: la ciudad en la que se encuentra, el tipo de celda, y la operadora de cada número origen (Número A), y número destino (Número B). Se necesita como ayuda la matriz de trabajo del mes, mostrada en la Figura 6.1, para constatar que la información obtenida de la base de datos del **SAMM** sea congruente con lo planificado en la matriz de trabajo.

En caso de que haya más de un destino de llamadas para un determinado número origen (Figura B.4), existe un indicador verde a la derecha de cada casillero de la columna B que muestra la cantidad de números destino encontrados, y el número destino seleccionado. Por ejemplo, si el indicador muestra: 1/2, quiere decir que se encuentra seleccionado el primer número destino de dos encontrados. Para elegir el siguiente número, simplemente se da doble clic sobre el número destino seleccionado.

Una vez indicados los **RTU** a analizar, se da clic en **Llenar Tablas**. La Figura B.5 muestra la grilla de parametrización configurada para la generación de tablas y gráficas. Mientras el programa se ejecuta, se puede observar el porcentaje de progreso del algoritmo.

Finalmente, conforme a lo expuesto en la Figura 6.3, se obtiene las tablas y gráficas de cada operadora sobre:

- Llamadas Establecidas
- Tiempo de Establecimiento de Llamadas
- Llamadas Caídas
- *Mean Opinion Score (MOS)*

La Figura 6.4 muestra un ejemplo de las tablas y cuadros generados. Si se desea realizar un nuevo análisis, simplemente se da clic en **Borrar Tablas**. Si se desea escoger otros **RTU** para el análisis, se da clic en **Cargar RTUs** y nuevamente se

Periodo de Prueba: Del 1 al 30 de Junio del 2014		Grilla de Parametrización							
RTU Encontrados		RTU	Ciudad	Tipo de Celda	Operadora	Número A	Número B		
SALM01-FA69523	SALM01-FA69523	SALM01-FA69523	ALAMOR	C	Claro	0985035175	0985025584	1/1	Cargar RTUs
SGLQ01-FD49125	SGLQ01-FD49125	SGLQ01-FD49125	GUALAQUIZA	C	Claro	0984663653	0984665958	1/1	Llenar Tablas
SLOJ01-FB25869	SLOJ01-FB25869	SLOJ01-FB25869	LOJA	C	CNT	0996766635	0996766669	1/1	Borrar Tablas
SMAC01-FR85533	SMAC01-FR85533	SMAC01-FR85533	MACAS	C	CNT	0996766621	0996766624	1/1	
				C	Claro	0985035027	0985034532	1/1	
				C	Movistar	0984569533	0984140892	1/1	
				B	Movistar	0984663573	0984663297	1/1	
				B	Claro	0985035119	0985035059	1/1	
								0/0	
				A	Claro	0985025548	0985034780	1/1	
				C	CNT	0996766665	0996766630	1/1	
				C	Movistar	0984665424	0984539864	1/1	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	

Figura B.5: Grilla de Parametrización ya configurada para análisis de llamadas de voz

tendrá la grilla de parametrización en blanco. Este proceso se repite de manera similar para las hojas restantes.

B.1.0.3. iErrores, Histograma

Con todas las tablas y gráficas generadas, el técnico tiene la información requerida para realizar el informe de control de SMA del mes. Sin embargo, el análisis de sucesos puede ser más exhaustivo. Para ello, se tiene las hojas **iErrors** e **Histograma**.

La hoja **iErrors** es una hoja adicional al proceso de generación de informes, la cual proporciona información más detallada sobre la cantidad y tipos de eventos acerca de los errores que se han suscitado en cada RTU a lo largo del proceso de prueba. Además, presenta una opción para la generación de histogramas que permiten revisar en qué días del periodo analizado ocurrieron eventos de error.

Esta hoja proporciona información sobre:

- Eventos sobre errores en llamadas de voz
- Eventos sobre errores en servicio de SMS
- Eventos sobre errores en pruebas de ping a sitios web
- Eventos sobre errores en pruebas de datos:
 - HTTP (Downlink)
 - FTP(Uplink y Downlink)

ERRORES EN LLAMADAS									
Análisis de Errores en Llamadas		Grilla de Parametrización							
RTU	Ciudad	Tipo de Celda		Operadora	Número A	Número B			
RTU Encontrados	SALM01-FA69523	SALM01-FA69523	ALAMOR	C	Claro	0985035175	0985025584	1/1	Cargar RTUs
				C	Movistar	0984663653	0984665958	1/1	
				C	CNT	0996766635	0996766669	1/1	
				C	CNT	0996766621	0996766624	1/1	
				C	Claro	0985035027	0985034532	1/1	
SGLQ01-FD49125	SGLQ01-FD49125	SGLQ01-FD49125	GUALAQUIZA	C	Movistar	0984569533	0984140892	1/1	Uenar Tablas
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	Ver Histograma
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	
								0/0	

Figura B.6: Grilla de Parametrización para análisis de errores en llamadas de voz

OTECEL S.A.								Del 1 al 31 de Junio del 2014
RTU		SALM01-FA69523	SGLQ01-FD49125					
Número A		0984663653	0984569533				Total	
Número B		0984665958	0984140892					
Call Handling	Blocked Call	51	35				86	
	No network	0	236				236	
	No signalization	0	4				4	
	Dropped Call	0	0				0	
Total		51	275					

Figura B.7: Errores en llamadas de voz de la operadora OTECEL SA en el periodo de prueba julio 2014

En esta hoja se tiene 4 grillas de parametrización para llamadas de voz, [SMS](#), ping y datos. Estas grillas son idénticas a sus correspondientes hojas. Por ende, tenemos un proceso similar para configurar el análisis, la Figura [B.6](#) muestra la grilla de parametrización para el análisis de errores en llamadas de voz. Una vez configurada la información de los [RTU](#) que se desea analizar, se da clic en **Llenar Tablas**.

La Figura B.7 muestra la tabla generada con la información sobre los eventos de error encontrados. Como se puede observar, la tabla muestra los tipos de eventos sobre los errores suscitados en el periodo de prueba, así como la cantidad de cada tipo de error, y en que RTU se dieron. Así, se obtiene una mejor idea de las posibles causas de error. Este tipo de análisis es necesario en casos en los que

OTECEL S.A.						Del 1 al 30 de Junio del 2014
RTU	SALM01-FA69523	SGLQ01-FD49125	SLOJ01-FB25869	SMAC01-FR85533		
Número A	0984663653	0984569533	0984663573	0984665424		
Número B	0984665958	0984140892	0984663297	0984539864		
Call Handling	Blocked Call	51	35	159	1	246
	No network	0	236	1	0	237
	No signalization	0	4	5	0	9
	Dropped Call	0	0	7	1	8
Total		51	275	172	2	

Figura B.8: Selección del evento de error que se desea analizar en el histograma

cierto operador no ha cumplido los parámetros contractuales en cualquier tipo de prueba realizada.

Sin embargo, el análisis puede ser todavía más detallado. Se pueden generar histogramas mediante la opción que se encuentra en la hoja **iErrors**. Con esto, se puede tener una vista detallada por fecha de los eventos suscitados, el tipo de evento, cuándo se dieron y cuántas veces sucedió. Una vez se haya cargado los errores de los RTU se debe hacer doble clic en los eventos que se requieran detallar que el histograma refleje. En la Figura B.8 se indica un ejemplo donde se ha seleccionado el evento de *No network* del RTU *SGLQ01-FD49125* haciendo doble clic en la celda de intersección del evento y el RTU.

Finalmente, se hace clic en el botón **Ver Histograma** correspondiente a la sección en análisis. Luego de que termine de cargar los datos, se mostrará el resultado del histograma, tal y como se presenta en la Figura B.9. De manera similar, se puede generar histogramas para mensajes o pruebas de datos. Se debe tener en cuenta que este análisis se realiza por RTU, y que se puede seleccionar varios eventos del mismo RTU para la generación del histograma.

Con el histograma que muestra por fecha los sucesos dados, el técnico tiene más herramientas a su disposición para evaluar el desempeño de los operadores con mejor criterio.

Figura B.9: Histograma obtenido del RTU SGLQ01 en el mes de junio de 2014 para el evento No network

B.1.0.4. Logfiles

Los *logfile* son 4 hojas de datos de Microsoft Office Excel en los que se almacena toda la información recibida de la consulta realizada a la base de datos del [SAMM](#). El análisis se realiza a partir de la información de los *logfile*. Por conveniencia, es guardada en el mismo libro en el que se realiza el análisis para cualquier necesidad que se pueda suscitar.

B.2. Generación de informes en Word

Una vez realizado todo el análisis estadístico requerido, el último paso es la generación de los documentos de Microsoft Office Word que contendrán el informe de los datos analizados. En éste, se incluirán las tablas y gráficas generados, así como un análisis básico de los datos que se obtuvieron. Para la generación de los informes, se tiene un archivo que funciona como plantilla. Es posible tener una plantilla general para estos informes ya que todos siguen un mismo diseño y distribución.

Seleccione de que operadoras desea generar los informes

☒ CONECEL S.A.

☒ OTECEL S.A.

☒ CNT E.P.

Generar Informes de Word

Figura B.10: Selección de las operadoras para la generación de informes

Al igual que el proceso de generación de tablas y gráficas, el proceso de generación de los informes en Microsoft Office Word es bastante sencillo. En la hoja **Principal** del archivo de Microsoft Office Excel, se encuentra una tabla y un cuadro con información referente a los informes. Esta tabla (Figura B.3) detalla información sobre las tablas que están llenas, y con cuántos RTU cuenta cada una. En el cuadro siguiente (Figura B.10) se puede seleccionar de qué operadoras se desea generar los informes en Microsoft Office Word. Finalmente, dando clic en **Generar informes en Word** se tiene los informes listos y éstos llevan un nombre genérico, acompañados por el nombre de la operadora y la fecha de creación del informe.

Si no se generaron todas las tablas y gráficas en el libro de Microsoft Office Excel, cuando se solicite generar el informe aparecerá un cuadro de confirmación informando que si se continúa el proceso, el informe no estará completo.

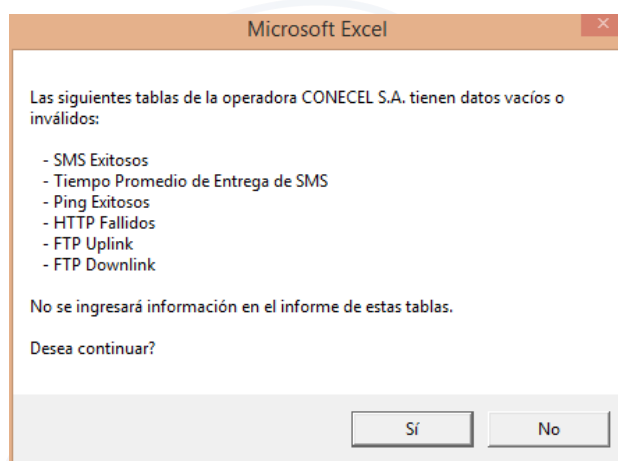


Figura B.11: Mensaje Informativo y de Confirmación



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867

Bibliografía

- [1] R. Tenesaca y J. Torres, “Manual de Uso Reportes SAMM Automatizados. Versión 3.5,” 08 2014.
- [2] W. Stallings, *Wireless Communications and Networks*, 2da ed. Pearson Prentice Hall, 2004.
- [3] J. Eberspächer, H.-J. Vögel, C. Bettstetter, y C. Hartmann, *GSM – Architecture, Protocols and Services*, 3ra ed. John Wiley & Sons, 2009.
- [4] Netmanias, “LTE Identification III: EPS Session/Bearer Identifiers,” Netmanias, Tech. Rep., 2013.
- [5] ITU, *ITU-T E.800 - Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio*, ITU Std., 09 2008.
- [6] —, *ITU-T E.804 - QoS aspects for popular services in mobile networks*, ITU Std., 02 2014.
- [7] MinTIC, “Datos estadísticos obtenidos del portal web del MinTIC.” [En línea]. Disponible: <http://colombiatic.mintic.gov.co/602/w3-propertyvalue-707.html>
- [8] FCC, “The National Broadband Plan,” FCC, Tech. Rep., 2010.
- [9] M. Ehrenfreund, “This hilarious graph of Netflix speeds shows the importance of net neutrality,” *The Washintong Post*, 2014. [En línea]. Disponible: <http://knowmore.washingtonpost.com/2014/04/25/this-hilarious-graph-of-netflix-speeds-shows-the-importance-of-net-neutrality/>



- [10] FCC, “Internet Access Services: Status as of December 31, 2013,” FCC, Tech. Rep., 10 2014.
- [11] —, “Mobile Wireless Competition Report,” FCC, Tech. Rep., 2014.
- [12] ASCOM, *TEMS Automatic 8.3*, 2011.
- [13] ARCOTEL, “Datos estadísticos obtenidos del portal web de la ARCOTEL.” [En línea]. Disponible: <http://www.arcotel.gob.ec/biblioteca/>
- [14] T. Rappaport, *Wireless Communications Principles and Practice*, 2da ed. Prentice Hall, 2001.
- [15] R. A. Comes, M. Álvarez Campana, y O. S. Roig, *Elementos de Arquitectura y Gestión de Recursos Radio en UMTS*. Fundación Vodafone, 2005.
- [16] K. Pahlavan y P. Krishnamurthy, *Principles of Wireless Networks*. Prentice Hall, 2002. [En línea]. Disponible: <http://www.cwins.wpi.edu/publications/pown/>
- [17] ITU, “ITU-R M.2134 - Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s),” ITU, Tech. Rep., 2008. [En línea]. Disponible: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2134-2008-PDF-E.pdf
- [18] H. Holma y A. Toskala, *LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*. John Wiley & Sons, 2009.
- [19] I. Poole, “4G LTE Advanced Tutorial.” [En línea]. Disponible: <http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/3gpp-4g-int-lte-advanced-tutorial.php>
- [20] J. Wannstrom, “LTE-Advanced,” 2013. [En línea]. Disponible: <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/97-lte-advanced>
- [21] ETSI, *ETSI TS 102 250-2 - Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation*, ETSI Std., Rev. 2.3.1, 08 2014.



- [22] —, *ETSI TS 102 250-5 - Part 5: Definition of typical measurement profiles*, ETSI Std., Rev. 2.4.1, 06 2013.
- [23] Asamblea Nacional del Ecuador, “Ley Orgánica de Telecomunicaciones,” Asamblea Nacional del Ecuador, Tech. Rep., 2015.
- [24] CONATEL, “Resolución TEL-042-01-CONATEL-2014 - Parámetros de Calidad para el Servicio Móvil Avanzado,” CONATEL, Tech. Rep., 2014. [En línea]. Disponible: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/042-TEL-01-CONATEL-2014.pdf>
- [25] CRC, “Resolución 4000,” CRC, Tech. Rep., 2012. [En línea]. Disponible: <https://www.crcom.gov.co/resoluciones/00004000.pdf>
- [26] Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España, “Portal del Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España - Sección de la Secretaria de estado de telecomunicaciones y para la sociedad de la información.” [En línea]. Disponible: <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/banda-ancha/Paginas/Index.aspx>
- [27] Jefatura de Estado de España, “Ley 9/2014, General de Telecomunicaciones,” 05 2014.
- [28] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, “Real Decreto 424/2005, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios,” 05 2011.
- [29] Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España, “Orden IET/1090/2014, por la que se regulan las condiciones relativas a la calidad de servicio en la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas,” 06 2014.
- [30] ETSI, *ETSI EG 202 057-4 - Part 4: Internet access*, ETSI Std., Rev. 2.1.1, 2013.



- [31] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, “Cobertura de banda ancha en España en el primer trimestre de 2014,” 07 2014.
- [32] 73d Congress of United States, “Communications Act of 1934,” 1934.
- [33] 104th Congress of United States, “Telecommunications Act of 1996,” 1996.
- [34] FCC, “Open Internet Order,” 2015.
- [35] J. Reed y N. Tripathi, “Net Neutrality and Technical Challenges of Mobile Broadband Networks,” CTIA, Tech. Rep., 2014.
- [36] CTIA, “The U.S. Wireless Industry: Leading the World in Investment, Value, Innovation, and Competition,” CTIA, Tech. Rep., 2013.
- [37] —, “Wireless Quick Facts,” 2014. [En línea]. Disponible: <http://www.ctia.org/your-wireless-life/how-wireless-works/wireless-quick-facts>
- [38] SUPERTEL, “Informes Técnicos de la operación del SAMM emitidos por la SUPERTEL.”